LECCIONES DE BIOLOGIA

ISAAC OCHOTERENA

DEPARTAMENTO EDITORIAL DE LA SECRETARIA D EDUCACION

LECCIONES DE BIOLOGIA

Biol
O

MANUALES Y TRATADOS

LECCIONES DE BIOLOGIA

POR ISAAC OCHOTERENA

MEXICO. DEPARTAMENTO EDITORIAL DE LA SECRETARIA DE EDUCACION

1922

190070
24.6.24.

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

FASCÍCULO I

Introducción al curso sintético de Biología y plan del Curso.—Teoría celular.—Papel de la membrana, del protoplasma y del núcleo.—Experiencias de merotomía.—División celular:—Carioquinesis vegetativa, Reducción cromática, Fecundación.

ADVERTENCIA

Estas lecciones profesadas en el Curso Sintético de Biología que está a mi cargo en la Escuela Nacional Preparatoria, se publican gracias al ilustrado acuerdo del Sr. Lic. Vicente Lombardo Toledano, actual Director del Plantel, quien justamente desea iniciar la formación de textos, de acuerdo con nuestros programas, que lleguen a suplir ventajosamente los deficientes apuntes de los alumnos.

Es para mí motivo de satisfacción hacer constar la inteligente y empeñosa colaboración de mis discípulos, las Sritas. Helia Bravo Hollis, Ana María Reyna y Clementina Torres Baquedano, y los jóvenes Clemente Robles, Leopoldo Ancona, Alberto Guevara y José De Lille.

A todos hago presente mi gratitud y afecto.

I. Ochoterena.

México, marzo 16 de 1922.

PROGRAMA DEL CURSO SINTETICO DE BIOLOGIA

Consideraciones Generales

Este curso tiene por objeto completar los elementos aprendidos en años anteriores, considerándolos desde un punto de vista sintético y procurando esbozar las concepciones filosóficas más importantes que se fundan en la biología.

1.—Objeto de la Biología y plan del curso.

2.—La teoría celular.

3.—Papel de la membrana, del protoplasma y del núcleo. Nutrición de la célula. Experiencias de merotomía.

4.—Funciones de reproducción, Multiplicación. Fenómenos de reducción cromática. Fecundación.

5.—Rejuvenecimiento de los infusorios.

6.—Diferenciación sexual en vegetales y animales.

7.—Generación alternante. Partenogenesis.

8.—Caracteres sexuales secundarios.

9.—Irritabilidad. Acción de los excitantes en general.

10.—Excitantes físicos, químicos y biológicos.

11.—La herencia. Transmisibilidad de los caracteres de la raza y de los individuos.

12.—Transmisión de los caracteres en la reproducción asexual y en la sexual.

13.—Teorías generales acerca de la herencia, breve resumen histórico; Animismo y Evolucionismo, Micromerismo y Organicismo.

14.—Híbridos y mestizos. Teorías de la telogonia y de la xenia

15.—El Mendelismo.

16.—Los caracteres adquiridos y el mecanismo de su transmisión hereditaria.

17.—La obra de Juan de Lamarck.

18.—Parasitismo. Simbiosis.

19.—La obra de Carlos R. Darwin. Concepto biológico de la especie.

20.—Variación Darwiniana y sus leyes.

21.—Lucha por la existencia y selección natural.

22.—Pruebas anatómicas, paleontológicas y embriológicas del transformismo. Organos rudimentarios.

23.—Variaciones *per saltum* de H. de Vries.

24.—Crítica de las doctrinas evolucionistas.

25.—Hipótesis acerca del origen de la vida.

26.—Causas de la senectud y de la muerte.

NOTAS

Cada tema se tratará citando o repitiendo, si es posible, los hechos positivos de observación o de experimentación que le sirven de base y señalando someramente las diversas interpretaciones que de ellos se han hecho.

Se procurará despertar en el alumno el deseo de conocer las obras maestras de grandes biólogos y se efectuarán disertaciones acerca de puntos concretos para cuyo desarrollo sea necesario la consulta de las obras originales que señale el profesor.

Por el Departamento de Ciencias Biológicas,
El Jefe del Departamento,

I. Ochoterena.

LECCION PRIMERA

Introducción al Curso Sintético de Biología

Una de las características más salientes de nuestra época, es la extraordinaria importancia, el desarrollo cada vez más preponderante de la *Biología;* mas urge tener un claro concepto del objeto de esta ciencia y de los principales puntos que abarca su estudio. Para **Augusto Compte,** la *Biología* abarcaría de amplísima manera el estudio de la vida en todas sus manifestaciones comprendiendo, por lo tanto, la *Botánica,* la *Zoología,* la *Patología,* la *Antropología,* la *Sociología,* y extendiendo cada vez más su campo de acción, incluiría en sus dominios la *Historia,* la *Etnografía,* etc., etc., acabando así por integrar un verdadero coloso que por su misma magnitud resultaría inabordable para el estudio.

Pensamos con varios autores que conviene, cuando menos para fines didácticos, restringir este inmenso campo y considerar la *Biología,* propiamente dicha, como una de las ciencias biológicas que se concreta a la exposición y coordinación de los fenómenos comunes a los seres vivos, y que tiene por objeto el conocimiento de la concomitancia que existe entre la forma y la función, la determinación del modo y extensión con que obra el medio externo sobre estos mismos seres y la manera como responden a su acción. Cae también dentro de su dominio el estudio de las hipótesis relativas al origen de la vida y a la manera cómo se han sucedido los organismos.

Para desarrollar en sus más salientes puntos el anterior concepto, estudiaremos, en primer lugar, un pequeño curso de *Biología* general que no puede ser otra, como asienta **Max Verworn,** sino la *Biología* celular, puesto que la celdilla es el elemento vivo fundamental tanto de los animales como de los vegetales, y puesto que en ella, es donde hay que buscar la clave de los más trascendentes problemas de la vida.

La Herencia que como interrogadora esfinge aún no nos enseña sus secretos, es otro punto en que tendremos que detenernos para conocer las principales hipótesis de trabajo por medio de las cuales nos vamos aproximando cada vez más al conocimiento de estos importantísimos asuntos.

Para los espíritus ávidos de saber y que en su rebeldía no se contentan con la ingenua leyenda bíblica, se impone también el grave enigma de la descendencia de los seres; **Carlos Roberto Darwin, Juan Monet de Lamarck** y **Hugo Vries** son estrellas de primera magnitud que a manera de soberbios fanales entre las tinieblas permiten que nos orientemos en la consideración científica de estos asuntos que a la luz del saber, muestran tan maravillosas harmonías, tan sólidos encadenamientos y dan margen a tan importantes reflexiones que al esclarecerse, aunque sea de un modo parcial, exceden en belleza, en serenidad y en verdadera y profunda poesía a las concepciones de los más altos poetas.

Para completar en lo posible estos asuntos, es necesario el estudio de las hipótesis del origen de la vida y de su continuación, parcialmente dilucidadas por el genio de **Pasteur**, y también, estudiar el trascendente problema de las causas de la senectud y de la muerte, que inabordables en su esencia, pueden ser útil y fecundamente analizadas en sus causas segundas.

Deseamos hacer, para terminar esta lección, algunas aclaraciones y reflexiones acerca de las relaciones que existen entre la *Filosofía* y la *Biología*. No desdeñamos en modo alguno, y antes tenemos por utilísimas, las especulaciones filosóficas que versando en las elevadas regiones que limitan nuestros conocimientos sólo son, cuando se les ve con amplio espíritu, la manifestación del eterno deseo de conquistar lo desconocido, pero estimamos que el biólogo de espíritu independiente más que enquistarse en tal o cual sistema filosófico, no escasamente sujeto a los caprichos de la moda, *debe interrogar a la naturaleza y plegarse a sus revelaciones aunque estén en contraposición con las ideas filosóficas que las motivaron.* Creemos con **Claudio Bernard**, que la *Biología* se ha emancipado de los sistemas filosóficos y que no está ligada a ninguna doctrina. Buscamos libremente la verdad desdeñando que sea favorable o adversa al positivismo, al espiritualismo o a cualesquiera otros sistemas cuyos conceptos rígidos, estrechos e inmutables, no se avienen con la profunda y necesaria plasticidad del espíritu científico.

BIBLIOGRAFIA

I.—**H. Spencer.** Principles of Biology. Chap. II. T. I. Traducción Francesa de M. E. Cazelles.

II.—**Cl. Bernard.** Introduction a l'étude de la Médecine experimentale.

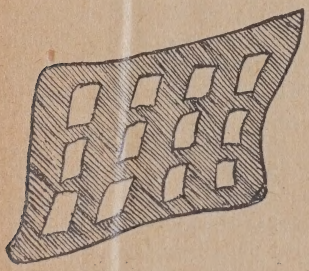
III.—La Pilosophie Biologique **d'Augusto Comte** par **Raoul Maurge.** Arch. d'Antropologie criminelle et de Médecine légale. 1909.

IV.—Las diferentes aceptaciones de la palabra Biología por **C. Reiche.** Rev. Mex. de Biol. T. I, p. 144.

LECCION SEGUNDA

La teoría celular

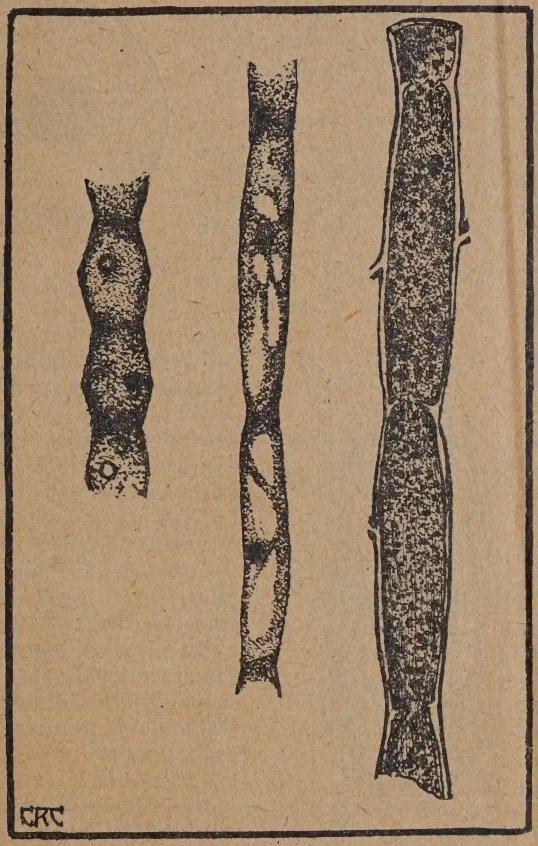
Una de las piedras angulares en que descansa el grandioso edificio de la **Biologia**, es la teoría celular. Con anterioridad al uso del microscopio había **Hooke** visto, en **1665**, con auxilio de una lente, en delgados cortes practicados en un corcho, multitud de espacios vacíos circunscriptos por una pared y denominados por este sabio células; posteriormente **Marcelo Malpighi**, investigando la estructurade los vasos de las plantas y su génesis, halló que se integran por células o utrículos como él los llamaba, que adosados punta a punta acaban por perder sus paredes limitantes, constituyendo finísimo tubo capilar.



(Fig. 1.) Esquema de las células, según las concebía Hooke en 1665.

La teoría celular propiamente dicha, es hija del siglo pasado, y fué preciso para que obtuviera su completo desarrollo que evolucionara el primitivo concepto de la célula. Aunque numerosos investigadores percibieron en la cavidad celular una materia viscosa, denominada de muy diversas maneras por ellos, corresponde a **Hugo von Mohl** la gloria de haber precisado su significado e importanciay la paternidad del término protoplasma empleado por él primeramente en 1835; **Roberto Brown** señaló la existencia de un corpúsculo refringente en el seno del protoplasma, descubriendo así el núcleo celular; **Matías Jacobo Schleiden**, ilustre **Botánico** alemán y **Schwan** eminente zoólogo, afirmaron con clarividencia genial la conformidad de estructura de todos los seres vivos, instituyendo así la ley fundamental de la unidad anatómica.

Con gran dificultad se ha abierto paso el concepto de que la vida proviene de la vida y que los seres, bien estén reducidos a una simple célula o bien tengan la complicación de un metazoario, se derivan unos de otros. Para **Wolff** en su *Theoria generatione*' aparecería la celdilla espontáneamente en el seno de una substan-

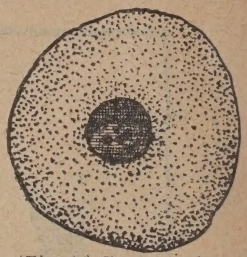


(Fig. 2.) Dibujo semiesquemático que muestra la formación de un vaso del tallo de la calabaza. Las células adosadas punta a punta, se alargan primero y después desaparecen los tabiques divisorios, formándose el vaso.

cia gelatinosa y para **Schleiden**, la célula se integraría también por un proceso análogo al de la cristalización, en un citoblastema, en donde las partículas se irían agrupando en un punto central refringente que acabaría por integrar un núcleo rodeado por el protoplasma, terminando el fenómeno con la aparición de una membrana que circunscribiría el elemento.

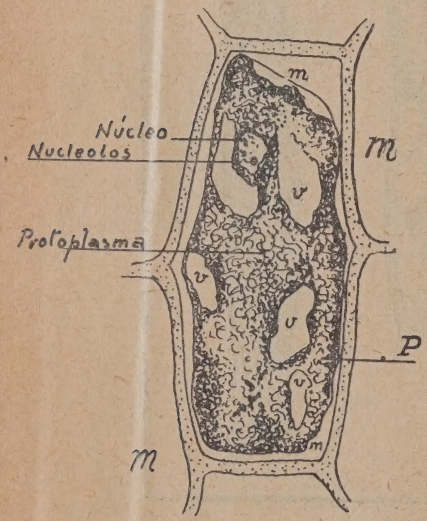
(Fig. 3.) Esquema de una célula en la época de Hugo von Móhl. (1835.)

Estas ideas encontraron viva oposición en algunos espíritus selectos que consideraron absurdo admitir la idea de esta perenne generación espontánea, pero la refutación



(Fig. 4.) Esquema de una célula con sus tres partes fundamentales: la membrana, el protoplasma y el núcleo.

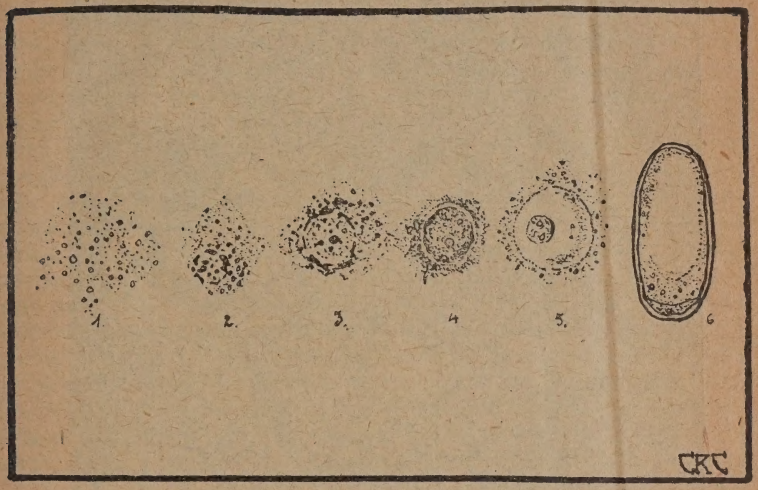
científica de tales conceptos débese a **Fleming, Strasburger, Guignard** y otros sabios que asistieron *de visu*, al armonioso fenómeno de la carioquinesis, en plantas y animales, demostrándonos así que, además de la división celular directa o amitósica, tan bien estudiada por el gran histólogo francés **Luis Felipe Ranvier**, en los leucocitos de nuestro ajolote, los fenómenos carioquinéticos constituyen el natural proceso por medio del cual la vida se continúa.



(Fig. 5.) Célula epidérmica del bulbo de cebolla tratada por la glicerina. Tomada de los "Elementos de Técnica Microscópica y de Histología Vegetal" de *I. Ochoterena*.

La demostración de la unidad de origen en los seres superiores presenta, debido a la gran complicación de ellos, graves dificulta-

des, pero el descubrimiento del óvulo en los mamíferos, efectuado por **von Baer**, estudiando el ovario de la vaca, y los geniales estudios de **Hoffmeister**, enseñándonos que igual origen tienen las fanerógamas, resolvieron definitivamente este problema.



(Fig. 6.) Figura de Schleiden, un poco modificada, que ilustra la manera como creía este sabio que se integraban las células en el albumen de la haba. En la Fig. 1ª, estaría representado el citoblastema con nucleolos refringentes; en la 2ª y 3ª aparece en torno de los nucleolos multitud de partículas condensadas formando un núcleo; en la 4ª el núcleo tiene ya su membrana; en la 5ª ha crecido y el nucleolo es evidente y en la 6ª estaría representada una célula adulta con una gran vacuola central.

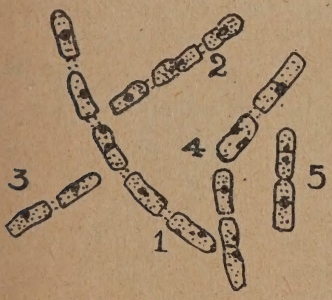
En el campo de la Patología, el venerable **Wirchow**, comprobó también que en todos los procesos morbosos la división celular se efectúa de idéntica manera. En el estado actual de nuestros conocimientos puede afirmarse, como verdad que hasta ahora no tiene ninguna excepción, que todos los seresvivos, cualesquiera que ellos sean, se derivan unos de otros existiendo, por tanto, incontrovertible unidad de origen.

La vida del sér, es la expresión de la vida del conjunto de todas las células asociadas para un fin común y obedeciendo a la imperiosa necesidad de dividir el trabajo, se diversifican ampliamente. Cuando están asociadas, obedeciendo a las mismas leyes de crecimiento y de diferenciación, constituyen las unidades

(Fig. 7.) Microfotografía de una preparación de I. Ochoterena, que muestra un corte del hígado del ajolote («Amblystoma») en donde se han teñido específicamente, por medio de la fucsina ácida las mitocondrias que Altman y Portier confundieron con los microbios, opinión que no ha sido comprobada en modo alguno.

de segundo orden, los tejidos; al reunirse éstos forman los órganos, que deben considerarse como unidades de tercer orden y éstos, asociados a su vez, integran las personas cuya reunión forma los estados, como se observa en las abejas, en las hormigas o en las sociedades humanas.

Recientemente **Paul Portier**, en un obra denominada *Les Simbiotes*, resucitó el viejo error del gran histólogo **Altmann** considerando las mitocondrias o bioblastos como unidades vivientes, como verdaderos microbios, que al asociarse forman la celdilla que conforme a esta concepción pasaría a ser un individuo de segundo orden. Tan osadas afirmaciones han tenido el mérito de provocar numerosos trabajos de experimentación científica, siendo el resultado de todos ellos absolutamente adverso a la teoría de los simbiotos; entre las muchas y muy fundadas objeciones que se le han hecho, nos referiremos únicamente a dos fundamentales: en primer lugar, el atento estudio de las bacteriáceas ha demostrado que cada uno de estos seres debe considerarse como una verdadera celdilla, pues se ha logrado demostrar la cromatina nuclear, el protoplasma, con sus típicos apetitos tintóreos y una membrana con muy variadas modificaciones; es, por lo tanto, una bacteria, una celdilla sumamente compleja y extraordinariamente modificada por diversos factores, siendo el más importante de ellos el parasitismo; sábese, además, que cada microbio es capaz de vida individual como verdadera unidad viviente que es. Las mitocondrias están totalmente subordinadas a la vida de la celdilla, son verdaderos órganos de ella, incapaces de vida autónoma y esencialmente diversas a un microbio, tanto en lo que respecta a sus propiedades físicas, a sus caracteres químicos y a sus potencialidades fisiológicas; justamente concluye **Regaud** que entre las mitocondrias y los microbios sólo existen divergencias.



(Fig. 8.) Bacilos cuya estructura celular es fácilmente perceptible, 1 y 2 «B. mycoides;» 3, «B. megatherium;» 4, «B. radicosus;» 5, «B. Oxalaticus.» Dibujos copiados del Boletín del Instituto Pasteur en donde están publicados los estudios de «Bohuslaw, Payman, Karel y Kruis.»

Los trabajos de **Portier** han dado ocasión a un nuevo y profundo examen crítico de la teoría celular que resultando incólume sigue siendo

una de las mejor sentadas bases en que se apoya la Biología moderna.

BIBLIOGRAFIA

Castellarnau, Joaquín M.—Algo acerca de la historia de las dos leyes biológicas fundamentales.—Omne vivum ex ovo y Omnis cellula ex cellula. Soc. Esp. de His. Nat. Vol. del 50 aniversario pág. 3.

Lumiere Auguste.—Le mythe de symbiotes. **Masson.** 1919.

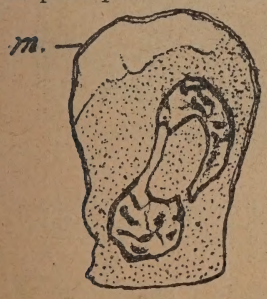
Ochoterena I.—Revista de algunos estudios citológicos publicados durante los años 1920–1921. Rev. Mex. de Biol. T. I., p. 221.

Bonnier G.—Leclerc du Sablon.–Cours de Botanique. Phanérogames. 1905.—Veáse el Apercu historique sur la cellule et le tissus, végétales p. 131.

LECCION TERCERA

Defínese la célula como una unidad viviente, generalmente microscópica, dotada de vida individual y formada por tres partes esenciales: la membrana, el protoplasma y el núcleo.

Los antiguos biólogos creían posible la existencia de células desprovistas de membrana y no es raro ver, aun en libros recientes, repetida esta afirmación. El adelanto en la construcción de los microscopios ha permitido que por medio de los excelentes objetivos apocromáticos, sea posible distinguir en todos los elementos una tenue membrana limitante, con índice de refrigencia propio y la conveniente aplicación de colorantes específicos hace posible teñir los diversos componentes celulares pudiéndose, gracias a este artificio, distinguir siempre una membrana que envuelve y encierra completamente al protoplasma. Si se hace obrar sobre una célula una solución hipertónica, penetra por endósmosis, el protoplasma se retrae y la membrana queda aislada claramente.



(Fig. 9.) Dibujo de un leucocito con su protoplasma retractado y la membrana (m) claramente perceptible.

Por estos medios se ha podido comprobar su presencia en las células nerviosas, en los leucocitos y en muchos protozoarios en donde sistemáticamente se había negado.

Cuando se reflexiona que la alimentación celular debe hacerse forzosamente tomando materiales del medio en que se encuentra la celdilla y que estos precisamente tienen que pasar por la membrana, surge el problema de precisar cual es el papel que desempeña este órgano. Se ha afirmado que la membrana es semipermeable, es decir, que sólo permite el paso de ciertas substancias entre las cuales ocupan el primer lugar los cristaloides, conforme lo demuestran

las leyes físicas de la ósmosis; esto explicaría,en gran parte, la selectividad ejercida en lo que respecta a las materias alimenticias, selectividad verdaderamente exquisita e individual; pero los fenómenos nutritivos están sujetos a un ritmo perfecto: deben penetrar las materias alimenticias al interior de la celdilla, ser elaboradas y eliminarse las materias excrementicias, que no sólo son inútiles sino que ejercen una verdadera acción tóxica sobre el elemento vivo.

Las recientes investigaciones de los biólogos nos enseñan que la membrana es alternativamente semipermeable e impermeable en virtud de una combinación cíclica o reversible, con diversas materias lipóides y particularmente con la *colesterina;* cuando ésta se halla combinada con los elementos de la membrana, la célula es impermeable, pero al deshacerse transitoriamente esta combinación, vuélvese el elemento entonces semipermeable permitiendo, también transitoriamente, la entrada de las materias alimenticias y la expulsión de los productos del metabolismo celular para tornar después de esta fase, a volverse impermeable para hacer posible la elaboración de las materias alimenticias y su transformación maravillosa en substancia viva, volviendo rítmicamente su semipermeabilidad, y repitiéndose regularmente estos fenómenos en tanto dura la vida del elemento. Compréndese, pues, que hoy puede considerarse como injustificado y anacrónico el concepto de la existencia de celdillas sin membrana.

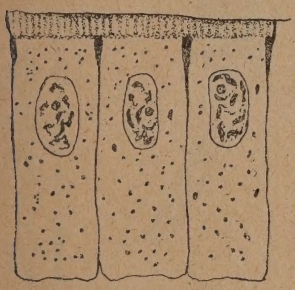
(Fig 10.) Ovulo de coneja mostrando el núcleo, el protoplasma con sus mitocondrias y la cápsula de secreción (c. s.) Prep. y microfotografía de I. Ochoterena.

El antiguo error de negar la presencia de la membrana estaba basado en que esta parte fundamental se confundía con la cápsula de secreción que, efectivamente, desempeña sólo funcio-

nes protectoras y existe únicamente en donde la función justifica la necesidad de este órgano, como en el óvulo, que al desprenderse de la vesícula de **von Graff** es lanzado con fuerza a las trompas y desciende sufriendo rozamientos y presiones por el oviducto, o bien, para citar otro ejemplo, en el epitelio del intestino en donde están las células expuestas a roces y presiones diversos, lo que explica la formación de la chapa que debe considerarse únicamente como una variedad morfológica de la cápsula de secreción.

El núcleo desempeña dos importantísimas funciones, una de que trataremos en otra lección, especialmente afecta a los fenómenos reproductores, y otra íntimamente relacionada con el metabolismo.

El eminente **Balbiani** practicó importantísimas experiencias de merotomía en un protozoario, el *Stentor* provisto de un núcleo voluminoso y fácilmente perceptible, especialmente, después de la acción de los colorantes vitales (rojo neutro, azul de metileno, etc.).

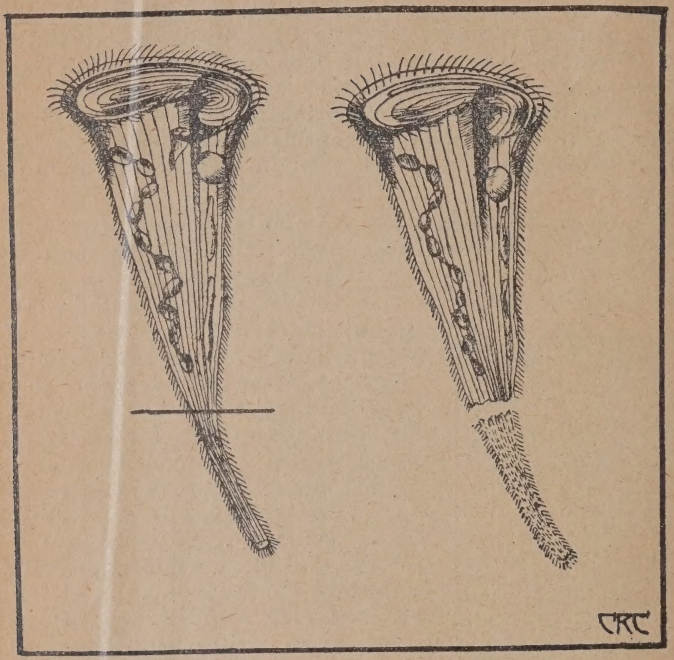


g. 11). Dibujo semiesquemático de las células del intestino, provistas de chapa.

Dividiendo el *Stentor* en dos porciones, una nucleada y otra carente de núcleo, pudo observarse claramente que sólo el fragmento que conservaba el núcleo tenía la propiedad de regenerar la porción perdida y de continuar su vida normal mientras que, la parte carente de núcleo es incapaz de alimentarse y acaba por morir. Débese al gran histólogo español don **Santiago Ramón y Cajal** el conocimiento, que el tejido nervioso está formado por neuronas constituídas por las dendritas, el soma y el cilindro–eje fibra muy extensa que por lo general termina en una arborización denominada teledendrita; si se divide una parte del cilindro–eje, se practica una verdadera experiencia de merotomía, sujeta en todo, a los principios enunciados por **Balbiani**, el cabo periférico degenera según se deduce de las leyes descubiertas por **Waller** y el cabo central, unido aún con el soma, tiende a regenerar a porción destruída.

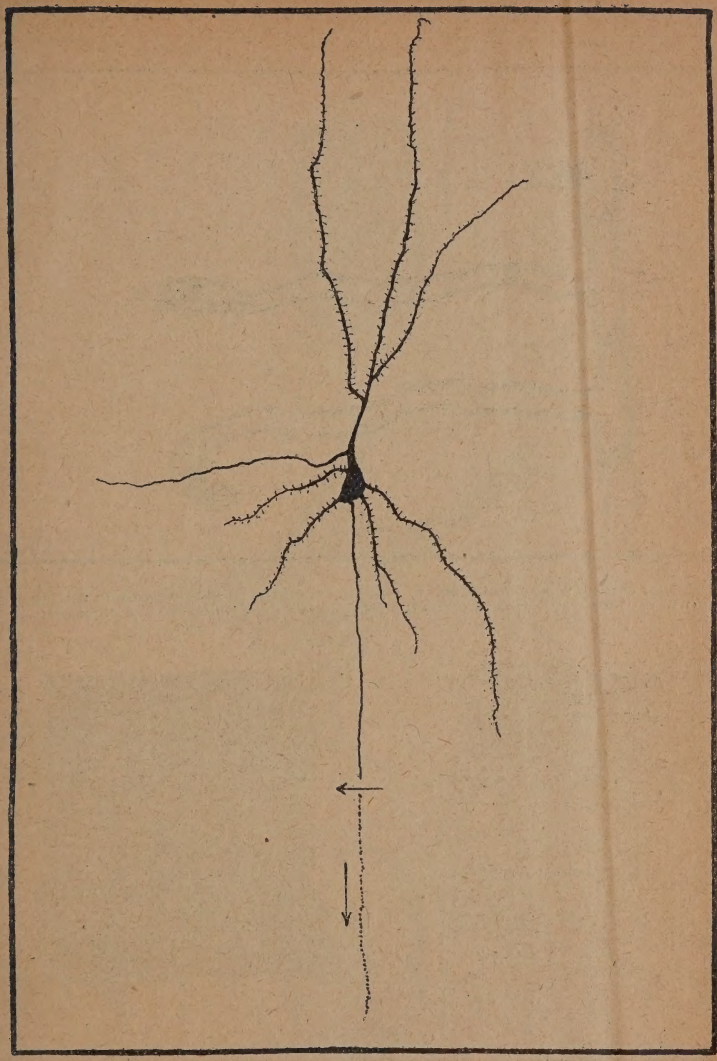
La posición del núcleo indica también su papel en el metabolismo: en los pelos absorbentes de las raíces, ocupa la porción donde son más intensos los fenómenos nutritivos, y en las células

epidérmicas de los vegetales que tienen que desempeñar en determinado punto enérgica función secretora, se encuentra el núcleo orientado hacia ese lugar.

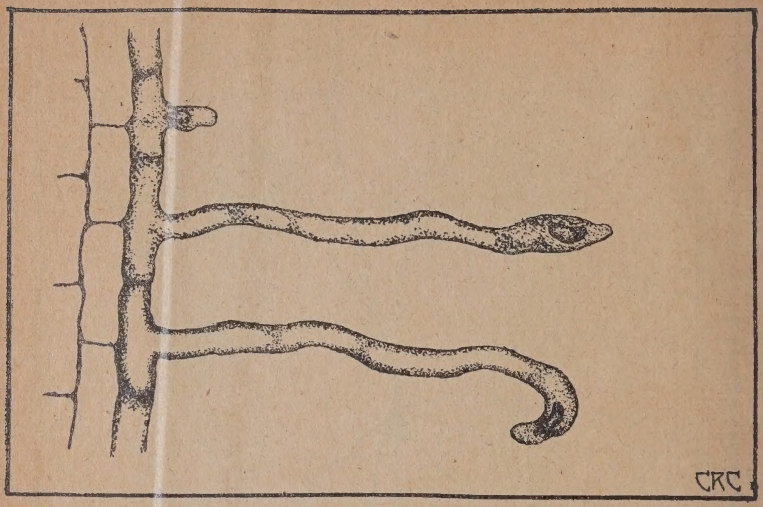


(Fig. 12.) Esquema del Stentor. La línea marca el lugar de la división; la parte inferior, privada de núcleo muere y la superior nucleada, rehace la parte perdida y continúa su vida normalmente.

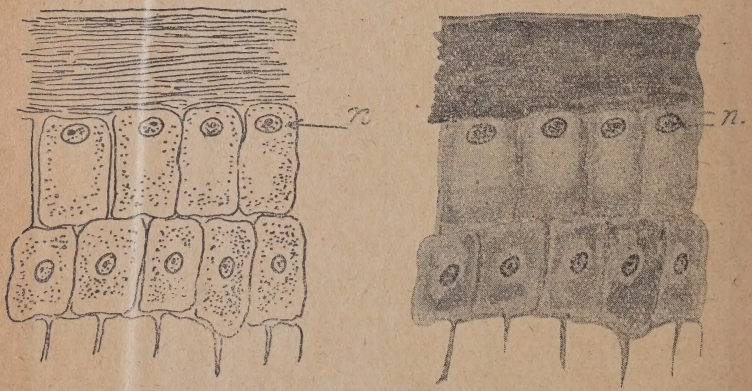
El protoplasma es la parte esencial de la célula; con razón **Huxley** lo denominó *"The physical base of the life"*, es la materia viva por excelencia en donde las mitocondrias efectúan complicadas síntesis; en donde tienen su asiento las oxidazas que tan capitalmente intervienen en los fenómenos de la respiración como lo demuestra el hecho que aún los fragmentos del *Stentor* privados de núcleo, siguen respirando; en donde en virtud del intercambio entre las partes figuradas del plotoplasma *(mitoma, espongioplasma,*



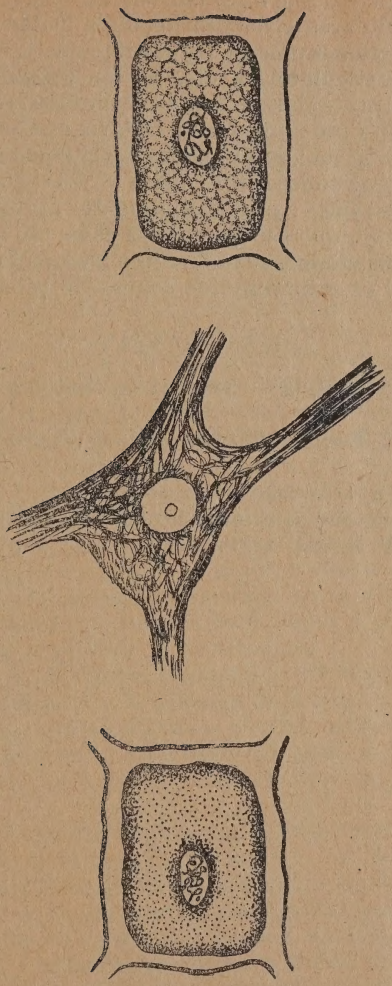
(Fig. 13.) Dibujo semiesquemático de una neurona. El cilindro-eje está seccionado y la porción dibujada con puntos es la que degenera, regenerándo la porción destruída a expensas de la célula nucleada.



(Fig. 14.) Pelos absorbentes de la raíz de la calabaza mostrando su núcleo en la porción donde son más activos los fenómenos de asimilación y crecimiento.



(Fig. 15.) Epidermis de un órgano (Cereus) joven. Nótese la posición de los núcleos (n) de las células que han secretado la cutícula. En la figura de la izquierda está representada la distribución de las mitocóndrias.



(Fig. 16.) Esquemas de células mostrando la estructura protoplásmica alveolar o de Bütschli, fibrilar o de Fleminng y la granular o de Altmann.

bioblastos) y el *hialoplasma* o *paramitoma* se originan ya los movimientos intracelulares circulatorios de la materia viva o bien los complicados movimienutos de conjunto, emisión de pseudópodos, movimientos gesticulatorios, etc. Es tan grande la complicación estructural del protoplasma, tan complicados los fenómenos que en él se verifican y tan imperfectos todavía nuestros conocimientos que en el estado actual de la ciencia sería temerario querer explicarlos todos reduciéndolos a la física o a la química; por estas razones consideramos provisionalmente algunos de ellos en un grupo especial, que esperamos sea cada vez más reducido, el de los fenómenos vitales, cuyo dominio irá siendo menor a medida que continúe el no interrumpido avance de la ciencia.

BIBLIOGRAFIA

1. **S. Ramón y Cajal.**—Manual de Histología Normal, 7ª ed. 1921.
2. **Prenant, Bouin y Maillard.** Traité d'histologié T. I. Cytologie.
3. **Henneguy.** Leçons sur la cellule.
4. **Guilliermont A.** Chondriome des végétaux, etc. Rev. Gen. de Botánique T. XXXI, 1919.

LECCION CUARTA

División celular

Carioquinesis vegetativa, Reducción cromática, Fecundación.

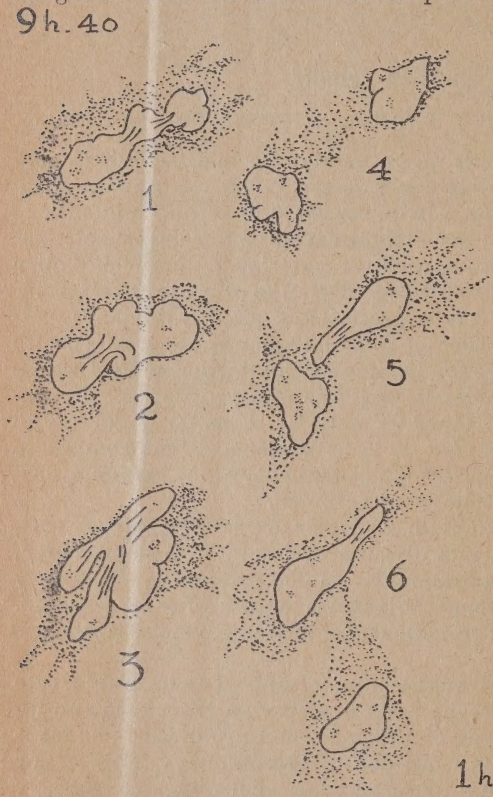
Si se coloca una célula en un medio adecuado, asimila las materias alimenticias convenientes y forma, como ya dijimos, substancia propia que se suma a la que posee y hace que aumente el volumen, de manera que la constante asimilación implica elconstante aumento de tamaño; pero si las materias alimenticias d eben pasar por la superficie y ésta obedeciendo a las leyes matemáticas, no aumenta en la misma proporción que el volumen, resultaría, al cabo de cierto tiempo que el elemento no solamente se nutriría mal sino que los fenómenos de asimilación se efectuarían también difícilmente, haciendo cada vez más premiosa la vida celular y acabando por originar la muerte. Para no llegar a este extremo existe en la armonía de la naturaleza el fenómeno de la división de la celdilla que torna a restablecer la conveniente proporción entre la superficie y el volumen.

Dos son los modos fundamentales de división celular: la división amitósica o directa y la división indirecta o carioquinética, ambas estudiadas cuidadosamente en los cursos de *Botánica* y *Zoología* por lo cual haremos solamente aquí un breve resumen.

El primero de estos procesos ha sido descrito magistralmente por **Ranvier:**

"Se produce una extrangulación del núcleo en un punto, este extrangulamiento se estrecha poco a poco y se transforma en un pedículo. Una vez formado el botón pueden producirse dos fenómenos: o bien el pedículo continúa adelgazándose y termina por romperse llevando consigo uno o muchos nucleolos, o se retrae y alarga de nuevo y el botón acaba por confundirse con el núcleo primitivo. En ciertas células vivas pueden verse núcleos provistos de brotes numerosos y variados, volver a tomar la forma esférica

por la desaparición de los brotes. Más tarde este núcleo esférico puede emitir nuevos brotes . . . Cuando una célula linfática posee dos núcleos y bajo el ojo del observador, presenta fenómenos amiboides, cada uno de los núcleos parece dirigir los movimientos de una parte distinta de la masa protoplásmica, esta masa tiende a dividirse por estiramiento en dos partes; la porción adelgazada intermediaria se atenúa poco a poco y acaba por romperse y en lugar de una célula linfática existen dos". **Ranvier.**



(Fig. 17.) Dibujos mostrando la división directa o amitósica de un leucocito de ajolote, observada por Ranvier.

La división cariocinética abarca dos series de estados, unos analíticos o progresivos, la profase y la metafase, y otros sintéticos o regresivos, la anafase y la telefase. Durante los primeros, por lo general la cromatina se espesa, el nucleolo y la membrana nuclear desaparecen, se forma el huso acromático, las esferas directrices se sitúan en los polos, el filamento cromático afecta el estado de espirema y se divide transversal y después longitudinalmente formando un número de cromosomas constante para cada especie.

Durante la anafase los cromosomas se orientan hacia los po-

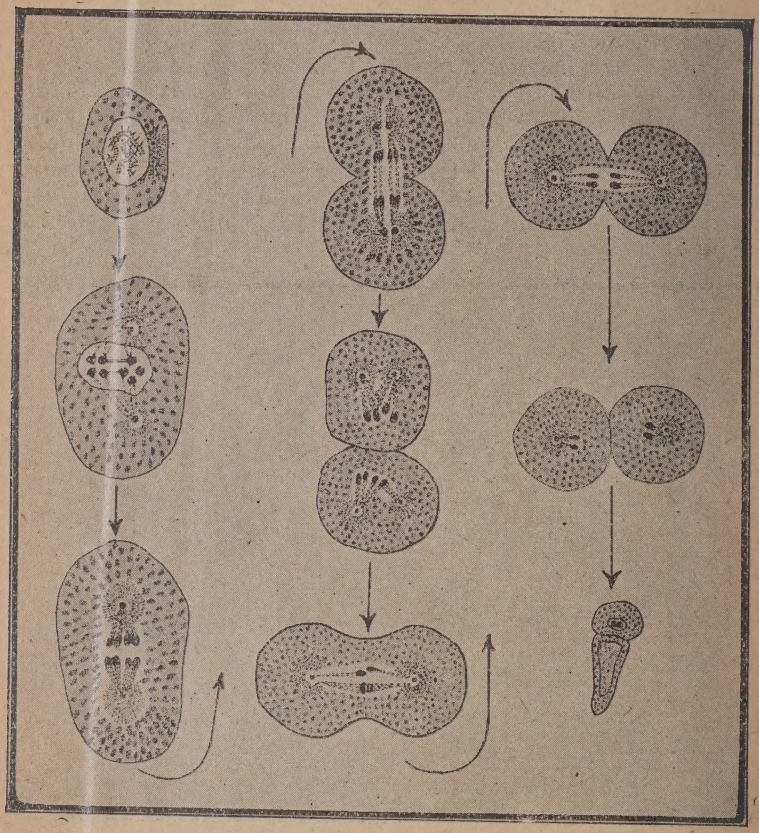
los de modo que de uno y otro lado del ecuador queda la cromatina dividida por mitades, cerca de los polos aún conservan los cromosomas un aspecto estrellado. En la telefase se rehace el filamento cromático, reaparece el nucleolo y la membrana nuclear, el citoplasma también se divide y se integran finalmente dos celdillas análogas.

En la carioquinesis reproductiva se verifican fenómenos peculiares que tienen por objeto eliminar determinada parte de los componentes de la celdilla para dejarla en estado de reunirse con otra e integrar un huevo pleno de potencialidades de donde se derivará un nuevo sér. Estos fenómenos se han podido estudiar con maravilloso esmero, en los transparentes y voluminosos elementos sexuales de un gusano parásito del caballo, el *Ascaris megalocephala*.

(Fig. 18.) Esquemas de la división carioquinética de la celdilla.

Durante la *espermatogenesis*, el núcleo sufre una serie de transformaciones por medio de las cuales su filamento cromático pasa por los estados de reticulación fina, reticulación gruesa, se integra

el espirema y acaba por dividirse en cuatro cromosomas; inmediatamente y sin fase de reposo se forma una nueva figura cariocinética, repartiéndose la cromatina de modo que al terminar



(Fig. 19.) Dibujos que muestran los estados sucesivos de la espermatogenesis en el Ascaris megalocephala. Obsérvese que al final del proceso quedan solamente dos cromosomas, en vez de cuatro que existían al principio.

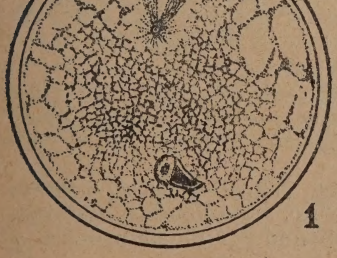
la división, cada una de las células que evolucionará para dar un espermatozoide, contiene solamente dos cromosomas, es decir,

exactamente la mitad de los que normalmente posee una célula somática. Vese pues, que en este caso, no hay ninguna pérdida del material celular, pues todos los productos de las sucesivas divisiones, han formado espermatozoides semejantes.

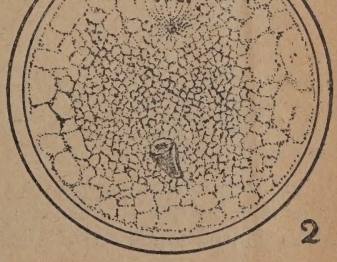
Durante la *ovogenesis* los fenómenos de reducción cromática se inician, en la especie a que nos referimos, desde el momento en que penetra el espermatozoide; el núcleo del óvulo, que contiene en aquella época cuatro cromosomas, es sitio de una división carioquinética normal, en virtud de la cual la cromatina se duplica, pero este resultado se nulifica por la expulsión inmediata de los cuatro cromosomas neoformados que constituyen el primer glóbulo polar; inmediatamente, y también como en la espermatogenesis, se forma otra figura carioquinética, repartiéndose los cromosomas por mitad y eliminándose dos de ellos que forman el segundo glóbulo polar. De esta manera el núcleo de la célula femenina llega a poseer solamente la mitad de la cromatina y queda en análogas condiciones a las del espermatozoide.

Cada célula sexual, incompleta, es incapaz de una vida prolongada, necesitando reunirse con otra del sexo opuesto, no sólo para completar la cromatina nuclear, sino también para sumar a su protoplasma los elementos que trae la otra gameta y que una vez reunidos formarán el huevo.

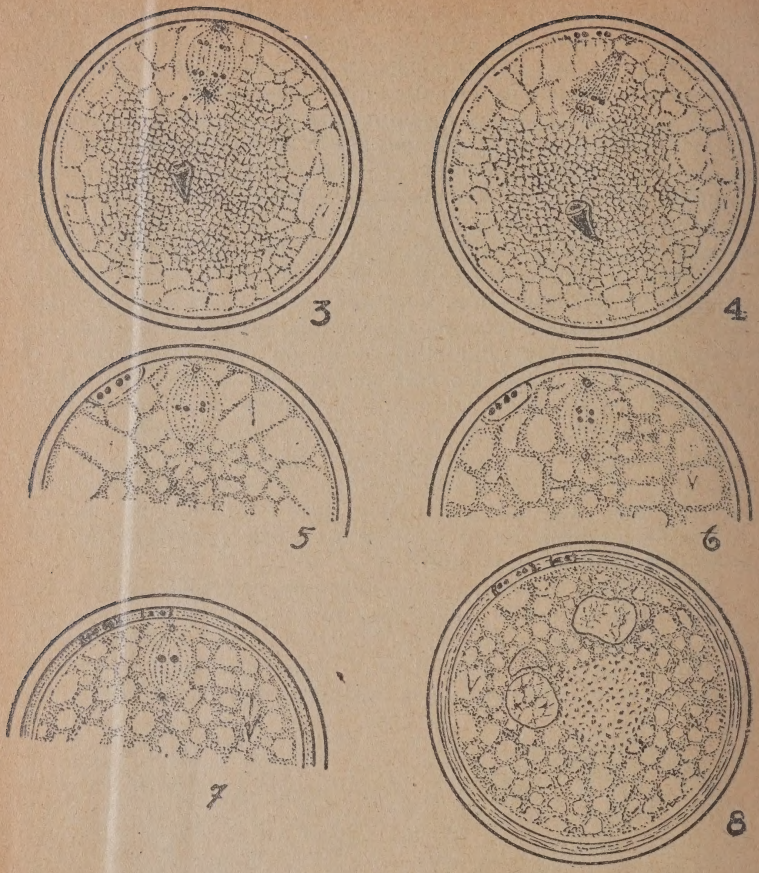
Sábese, desde los importantes estudios de **Pfeffer,** que el óvulo elimina normalmente substancias quimiotácticas positivas, verdaderos mensajeros químicos, que excitando al espermatozoide, lo hacen que se dirija hacia el óvulo; éste, a su vez, es sitio de movimientos curiosísimos que se traducen en la formación de una



1



2

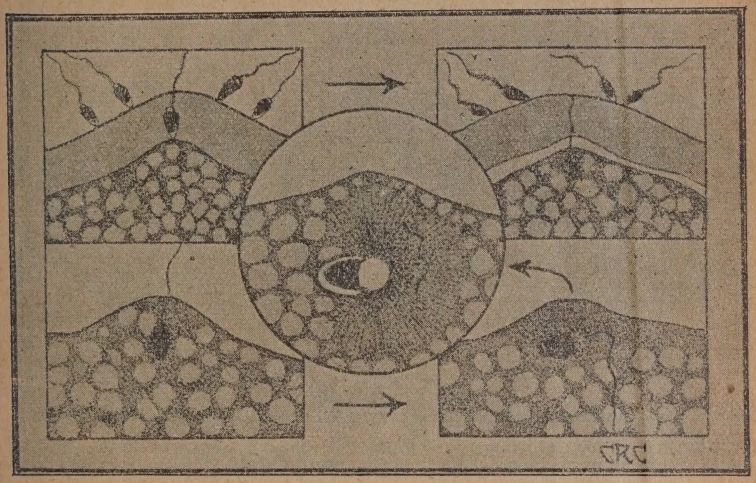


(Fig. 20.) Ovogenesis en el Ascaris megalocephala. Los fenómenos de reducción cromática se inician al penetrar el espermatozoide. Parte de la cromatina se elimina acabando por quedar dos cromosomas que constituyen el pronúcleo femenino que se unirá con el masculino para dar el huevo, como se ve en la última figura.

saliente denominada cono de atracción. Multitud de espermatozoides son los que se aproximan al óvulo, entablándose una verdadera competencia entre ellos y acabando por llegar primero y

ejercer más poderosa influencia los más vigorosos y mejor dotados.

El espermatozoide segrega a su vez substancias diastásicas que digieren la membrana del óvulo y penetra íntegramente, con

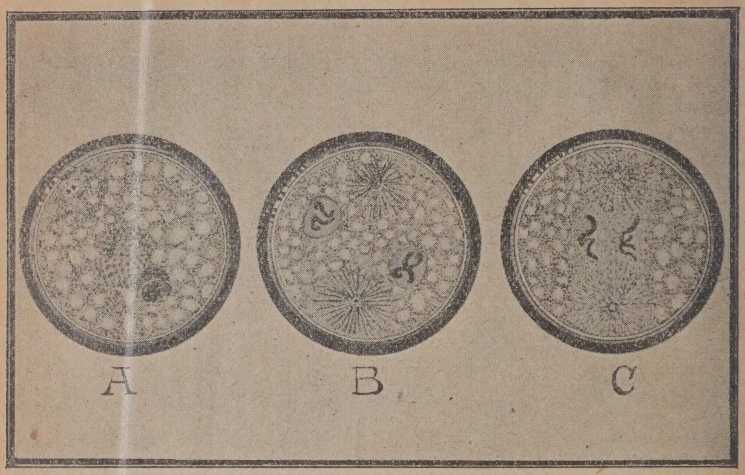


(Fig. 21.) Penetración del espermatozoide en el óvulo de un equinodermo (Toxopneustes).

todo y cauda, y no solamente la cabeza, como erróneamente se había afirmado. Al mismo tiempo, las substancias quimiotácticas secretadas por el óvulo, cesan de producirse y sufre importantes transformaciones, siendo la principal de ellas, la formación de una membrana que impide totalmente el acceso de nuevos elementos masculinos. Las porciones que en el espermatozoide corresponden al protoplasma de la célula, se funden íntimamente con el protoplasma del óvulo, siendo pertinente señalar que el condrioma masculino se reúne con el femenino, elemento a elemento, conforme lo han demostrado los bellos estudios del eminente **Edmundo Ottis Wilson,** en nuestro alacrán de Durango (*Centrurus*).

Transformado profundamente el espermatozoide en el interior del óvulo, vuelve a adquirir la porción cefálica el aspecto

de un núcleo denominado pronúcleo masculino y tanto la cromatina de él, como la femenina, concurren a formar un nuevo núcleo, completo, totipotencial, integrándose el huevo.



(Fig. 22.) Fenómenos íntimos de la fecundación en el Ascaris megaloceph el pronúcleo masculino y el femenino se reúnen para formar un huevo.

BIBLIOGRAFIA

S. Ramón y Cajal.—Manual de Histología Normal, 7ª ed. 1921.

Prenant, Bouin y Maillar. Traité d'histologié. T. I. Cytologie.

Henneguy. Leçons sur la cellule.

Guilliermond A. Chondriome des végétaux etc. Rev. Gen. de Botanique. T. XXXI. 1919.

FASCÍCULO II

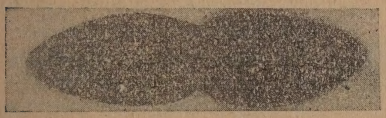
LECCIONES DE BIOLOGIA

LECCION V

La Conjugación de los Infusorios

El estudio de la sexualidad debe iniciarse en los protozoarios por ser en donde encuentra su más simple y clara expresión este proceso, que en sus lineamientos generales, es común en la inmensa mayoría de los seres vivos.

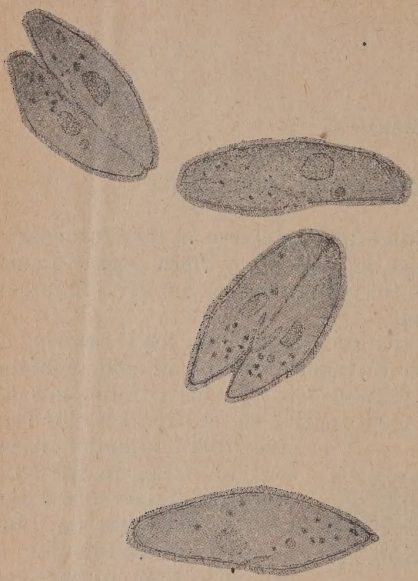
La complicada célula única de que constan los infusorios ciliados, es binucleada y posee un macronúcleo o núcleo principal y un micronúcleo o núcleo sexual. Cuando las condiciones del medio son favorables, estos protozoarios se multiplican por escisiparidad pudiendo, un sólo individuo, según **Hertwig**, dividirse trece veces durante seis días y dar de 7,000 a 8,000 descendientes en tan corto tiempo; pero esta multiplicación ágama no puede continuar indefinidamente, pues al cabo de un número de generaciones que varía entre 100 y 300 o más, sobrevienen fenómenos de degeneración senil que terminan, fatalmente, con la muerte del animal.



(Fig. 23.) Microfotografía de una Paramaecia en división vegetativa directa (original).

Es indispensable, para que la especie se conserve, que se verifique el fenómeno sexual de la conjugación, que debido a causas que aún no se conocen del todo, se presenta súbitamente, en la forma de «*epidemias de conjugación*», tal vez iniciadas por la liberación de aglutininas, siendo importante observar que estas «*epidemias*» pueden evitarse por medio de una nutrición abundante, mas en tal caso, los fenómenos de la senectud se aceleran y el cultivo perece. Es pertinente hacer notar que no es la disminución de materias alimenticias la causa de la vejez celular, sino que ésta radica en condiciones intrínsecas al ser vivo.

La conjugación de los infusorios ciliados, o la interfusión, como quiere **Rolph** que se denomine al fenómeno que vamos a estudiar, ha sido lúcida y sagazmente estudiada por los **Balbiani, Bütschli, Hertwig, Maupas, Calkins** y otros investigadores cuyos trabajos perfectamente concordantes en los puntos fundamentales nos servirán de base para esta lección.



(Fig. 24.) Paramaecias conjugándose. "La epidemia de conjugación" fué provocada disminuyendo la cantidad de materias alimenticias por dilución del medio de cultivo. Preparación de I. Ochoterena. Dibujo tomado de una microfotografía.

Desde hace más de 30 años el genial zoólogo francés, **Eduardo Maupas,** estudiando el *Colpidium colpoda,* señaló con acierto las principales etapas designándolas con las letras del alfabeto, de la A a la H, que, aunque variando las denominaciones, se conservan; pero nosotros, en esta exposición elemental y tomando como tipo la *Paramaecia,* agruparemos los fenómenos en las siguientes fases:

I. Estados preparatorios y evolución del macronúcleo.

II. Fases de maduración o reducción cromática.

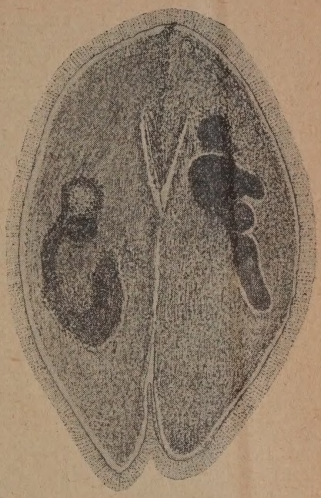
III. Formación de las gametas y fertilización. Regeneración del macronúcleo.

IV. Consecuencias e importancia de la conjugación.

Las paramaecias se reunen primero por su porción frontal continuando por la ventral, de modo que el citostoma de una queda aplicado al de la otra acabando al fin de cierto tiempo, por fusionarse íntimamente cerca de los orificios bucales. Principian entonces las transformaciones tanto en el *macro* como en el *micronúcleo.* Para mayor claridad, explicaremos unas y otras separada-

mente, recordando, que estos fenómenos, no son en realidad sucesivos sino simultáneos.

El *macronúcleo* no es órgano constante, pues como **Calkins** lo ha demostrado en muchas especies, no existe en las células jóvenes y desaparece durante las divisiones vegetativas. En la Paramaecium aumenta poco a poco de superficie, se vuelve irregular, pierde sus apetitos tintóreos, prueba evidente de su degeneración y presenta depresiones y salientes que acaban por separarse y dividirse más y más hasta ser reabsorbidas o eliminadas como afirma **Prowazek**; en algunos casos como en el *Uroleptus* puede el órgano de que tratamos, persistir durante la conjugación pero también finalmente es digirido cuatro o cinco días después de la separación de los conjugantes.

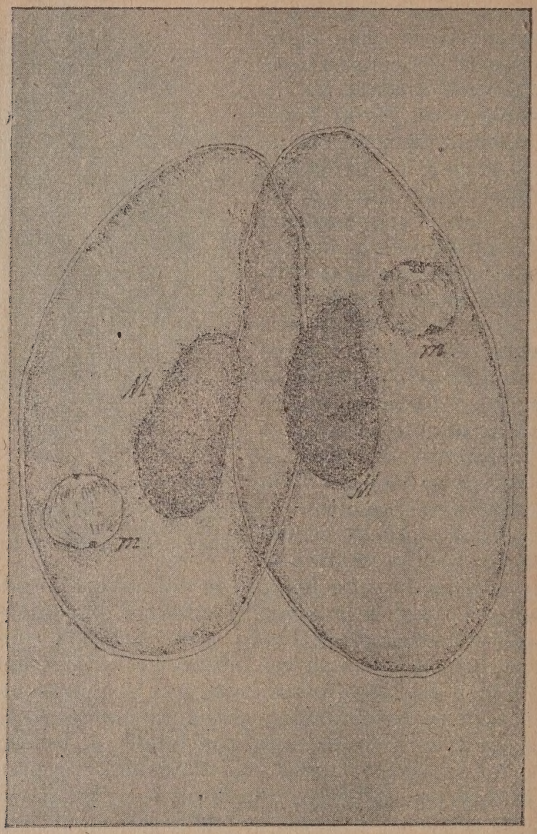


(Fig. 26.) Paramaecias en conjugación mostrando el macro y el micronúcleo. Preparación de I. Ochoterena.

El *micronúcleo* o núcleo sexual crece primero y su cromatina se arregla en estrías, lo que le valió la denominación de *cápsula estriada*, con que antes se le conocía; entonces, por una verdadera mitosis, se divide iniciándose luego otra partición que produce cuatro micronúcleos, que a su vez intentan dividirse, pero en tres de ellos aborta el proceso (*husos accesorios*) y se presentan desde luego, fenómenos de degeneración, acabando por ser reabsorbidos; sólo uno la efectúa vigorosamente, quedando, al terminar estos fenómenos, dos núcleos sexuales en cada célula. La presencia de los husos accesorios atróficos, que implica la desaparición de la cromatina, recuerda en todo, los fenómenos de maduración sexual y reducción cromática en la *ovogenesis* de los metazoarios, como lo expusimos en la lección anterior.

Cada uno de los *micronúcleos* espesa y reduce a la mitad sus cromosomas conforme lo ha demostrado **R. Hertwig**, efectuándose, por lo tanto, un fenómeno también comparable al que se

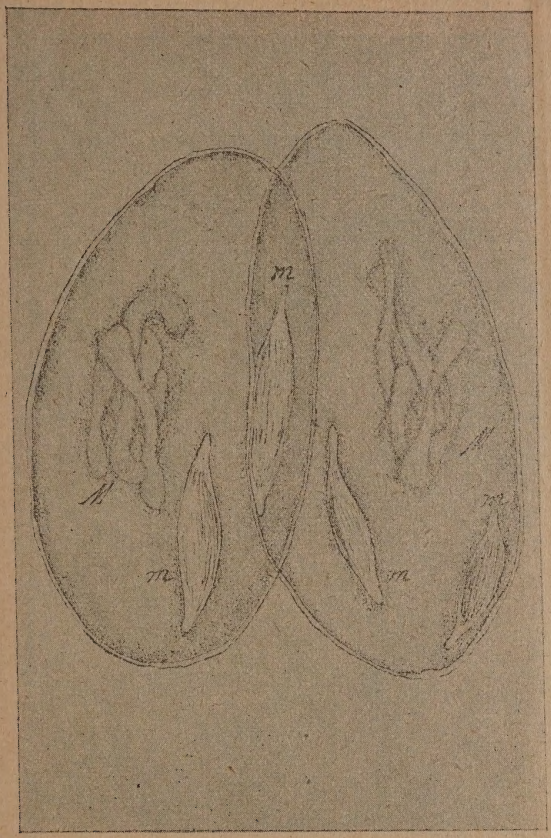
nota en las células sexuales tanto de los animales como de las plantas. En tal estado una de las gametas, la femenina, perma-



(Fig. 26.) Conjugación del Paramaecium putrinum según Doflein. El micronúcleo (m) inicia su primera división.

nece estacionaria, mientras que la otra, la masculina, emigra para reunirse con la sedentaria del otro conjugante; justamente dice

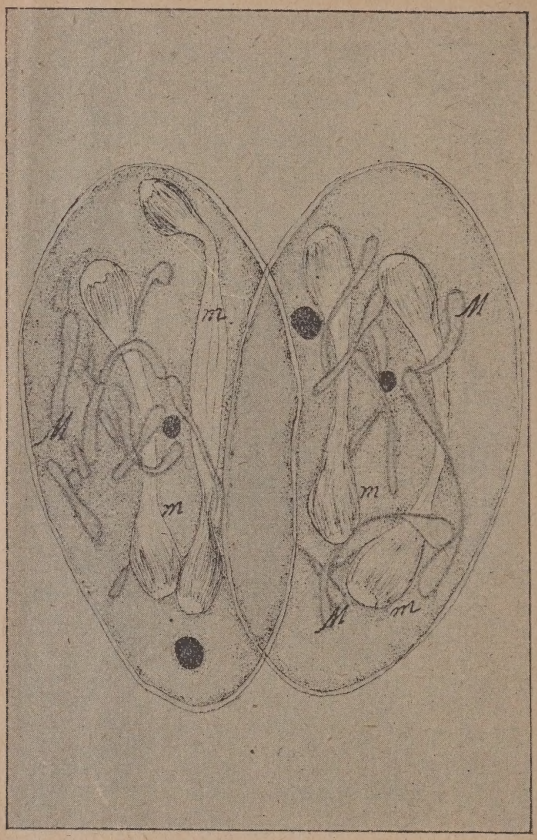
Henneguy: «El cuerpo del infusorio puede, pues, considerarse como una célula hermafrodita. Durante la conjugación, cada célula



(Fig. 27.) Conjugación del Paramaecium putrinum. Los micronúcleos (m.m) vuelven a dividirse; el macronúcleo (M.) muestra fenómenos degenerativos. Fig. tomada de Doflein.

juega *vis a vis* de la otra a la vez el papel de macho y de hembra, del mismo modo que en la copulación de los *Helix* (Moluscos gasterópodos) cada individuo funciona a la vez como macho y como

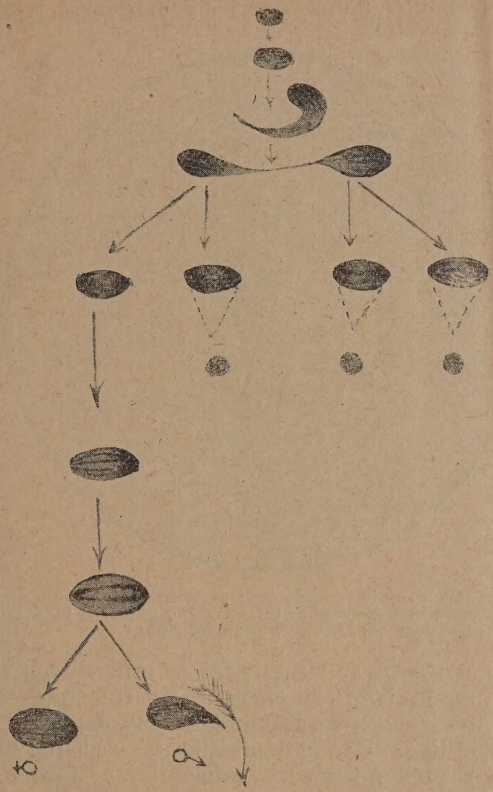
hembra». Terminado el fenómeno, el infusorio tiene sólo un micronúcleo que se divide, transformándose una porción, en el macronúcleo vegetativo y la otra en el micronúcleo o nucleo sexual.



(Fig. 28.) Conjugación del Paramaecium putrinum. Los fenómenos degenerativos del macronúcleo (M) son más evidentes; los micronúcleos (m) están dividiéndose nuevamente. Fig. tomada de Doflein.

Los protozoarios, como todo ser vivo, están sujetos a la ineludible ley de no conservar eternamente sus actividades, sino que,

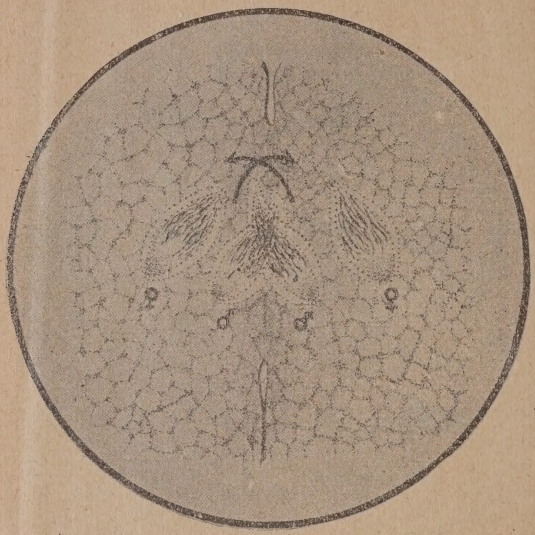
llegando al óptimo de la curva de la vida, se inicia un período de declinación. Al cabo de más de 300 generaciones, ha observado



(Fig 29.) Esquema de la evolución del micronúcleo mostrando los fenómenos de reducción cromática y la formación de las gametas masculina y femenina.

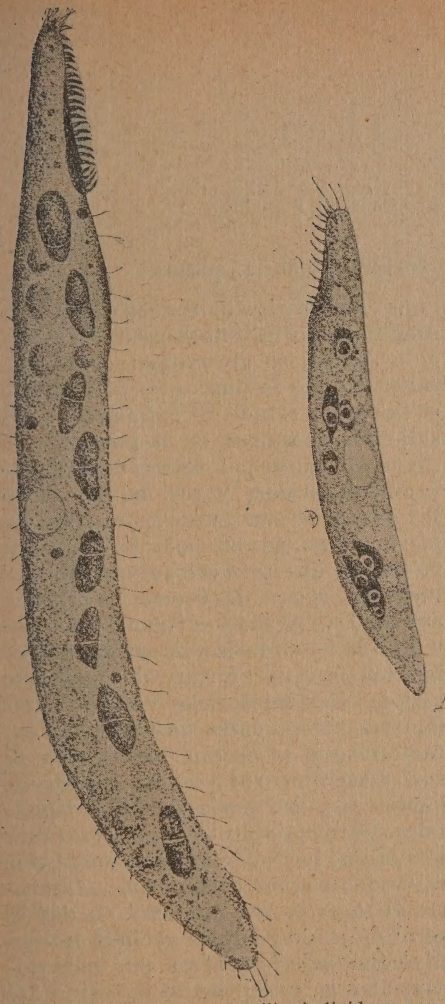
Calkins en el *Uroleptus mobilis*, la disminución del macronúcleo, profundas alteraciones protoplásmicas y notable reducción de tamaño, el número de divisiones disminuye y la actividad general de

estos seres es menor. Si estos fenómenos continúan su marcha descendente, el micronúcleo desaparece y el infusorio, agotado por la vejez, muere; mas, si al iniciarse los fenómenos de la senectud se efectúa la conjugación, nótase que los conjugantes, tras un perío-



(Fig. 30.) Dibujo tomado de la excelente monografía de Maupas, mostrando el paso de las gametas masculinas para conjugarse con las femeninas.

do de reposo, aceleran su ritmo vital, se reproducen vigorosa y normalmente, readquieren su energía, las funciones digestivas, y en suma, rejuvenecen como **Bütschli** y **Maupas** enseñan y como **Calkins**, en sus magníficas monografías, ha recientemente comprobado. En resumen, los seres unicelulares procedentes de la unión sexual, multiplícanse repetidas veces, pero no de una manera indefinida, pues al cabo de cierto número de generaciones, sobrevienen los fenómenos *hipobióticos* senescentes, que terminan con la muerte, pero ésta no afecta fatalmente a todos los individuos, pues los que se conjugan, rejuvenecen y son el punto de partida de nuevas series que perpetúan la especie al través del tiempo.



(Fig. 31.) Uroleptus movilis, individuos normal y senescente (B) a las 316 generaciones. Figs. copiadas de la 2ª monografía de Calkins, citada en la bibliografía.

BIBLIOGRAFIA

I.—**Doflein.**— Lehrbuch der Protozoenkunde. Vierte Auflage.

II.—**E. Fernández Galiano.** — Morfología y biología de los Protozoos. 1921.

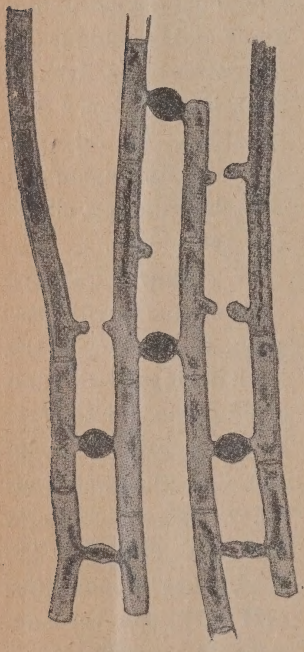
III.—**Maupas.** — Contrib. a l'etude morphologique et Anatomique des Infusoires ciliés. Arch. d. Zool. Exp. et Gen. 2 Sec. II (1883). Le rajeunissement Karyogamique chez. les ciliés op. cit. T. 7 p. 149 (1888).

IV.—**Gary N. Calkins.** —Uroleptus móvilis, Engelm. I.—History of the nucli during division and conjugation. Jour.—Exp. Zoöl 72, 1918-19, pág. 193 y II Renewal of vitality through conjugation. op. cit. Vol. 29. 1919.—Las monografías (III y IV) son verdaderamente magistrales.

LECCION VI

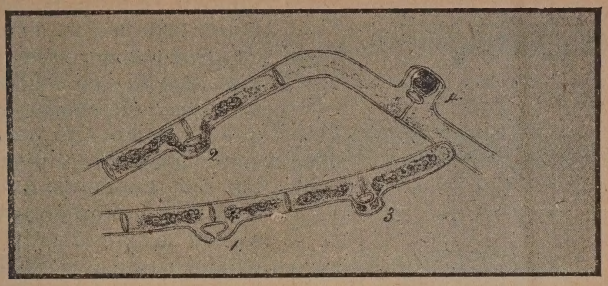
Evolución de la sexualidad en las plantas

La *Mougeotía scalaris* es una curiosa alga cloroficea cuyos filamentos, bajo la influencia de la atracción sexual, se aproximan; vése una saliente en cada una de las células que se hallan en estado de copularse, estas salientes se reunen en la porción mediana, acabando por destruirse la membrana separatriz y fusionarse, tanto los protoplasmas como los núcleos de las gametas, para formar un verdadero huevo, que primero se contracta y luego se rodea de fuerte membrana celulósica. El caso es típico, pues como en la fecundación intervienen elementos de igual forma, de análogas propiedades fisiológicas y aunque evidentemente sexuales, no presentan caracteres que permitan atribuirlos al sexo masculino o al femenino; la fecundación es, pues, perfectamente isogámica. Otro ejemplo también de igual manera de fecundación pero entre celdillas de un mismo filamento, nos muestra el *Pleurocarpus mirabilis*, en donde se observa que células vecinas emiten divertículos que acaban por comunicar entre sí, permitiendo la fusión del contenido celular, que también se contracta y se rodea de una cubierta protectora formando un huevo, como se



(Fig. 32.) Mougeotia scalaris conjugándose. Preparación de I. Ochoterena.

ve claramente en el dibujo respectivo tomado cuidadosamente de mis preparaciones.

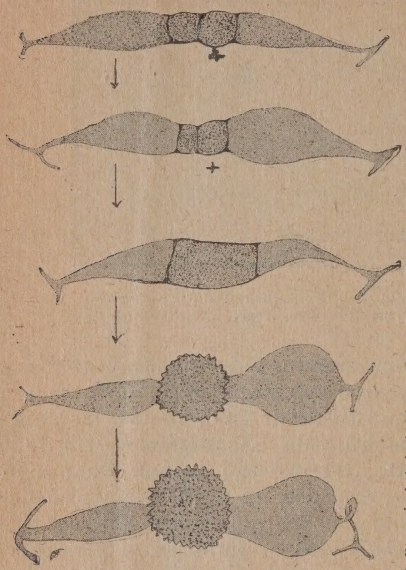


(Fig. 33.) Pleurocarpus mirabilis. Dos filamentos mostrando sus gametas iguales, en vía de conjugarse. Preparación de I. Ochoterena.

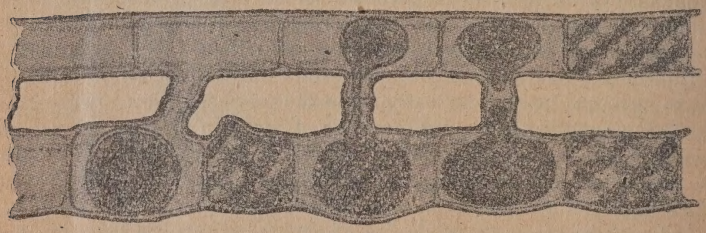
En uno de los hongos denominados vulgarmente mohos, el *Mucor mucedo*, o moho del pan, que con gran facilidad aparece no solamente en el pan sino en multitud de substancias feculentas conservadas en una atmósfera húmeda, encontramos otra de las etapas en el perfeccionamiento del proceso sexual. Cuando un esporo de esta planta germina, produce un tenue filamento incoloro y transparente denominado *micelio*, que en todas direcciones se extiende emitiendo pronto delicadas columnillas en cuya extremidad se desarrolla un esporangio rodeado de una membrana, que acaba por destruirse, quedando en libertad los esporos que a su vez germinan y producen nuevas plantas. Este magnífico medio de multiplicación basta para diseminar ampliamente la especie, pero no para conservarla, pues tanto la planta como los esporos, son de notable fragilidad. El verdadero medio de conservación de la especie, sabiamente estudiado desde 1820 por el ilustre naturalista **Ehrenber**, radica en la formación de un huevo por la fusión de dos gametas que provienen de filamentos vecinos. Durante mucho tiempo se creyó que las gametas eran iguales, pero el atento estudio del problema ha mostrado que no es así, sino que se inicia en este vegetal el principio de un dimorfismo, puesto que en este caso una de las gametas, la mayor, es la activa cuyo contenido irá a fusionarse con el del otro elemento.

La *Spirogyra* es una de las algas mejor estudiadas que de una manera análoga a la *Mougeotia* presenta, en ciertas condiciones,

el fenómeno de la aproximación de los filamentos y el de la conjugación por el paso de una celdilla movible a fusionarse con otra inmóvil. Según **Haberlandt**, el límite de la atracción mutua es igual a dos o tres veces el diámetro de sus células, y los trabajos de **Klebs** nos enseñan que seguramente peculiares condiciones de nutrición son las que determinan que las celdillas de un filamento, presenten la movilidad, indicio primero que esboza las propiedades de los productos sexuales masculinos. Si se cultivan algunos filamentos de esta alga en *agar-gelatina* y se colocan al lado de otros filamentos normales, desempeñan un papel pasivo mientras que los individuos de los filamentos masculinos emiten protuberancias y acaban por conjugarse. Una vez reunidas las gametas por el canal de conjugación, la turgidez intracelular disminuye efectuándose, en una de las células conjugantes, fenómenos de contrac-



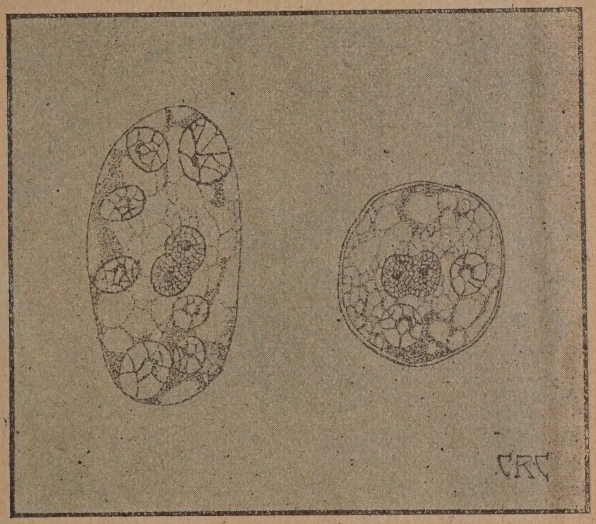
(Fig. 34.) Conjugación del Mucor mucedo. Las gametas muestran un principio de heterogamía; la gameta activa es de mayor tamaño que la pasiva. Preparación de I. Ochoterena.



(Fig. 35.) Spirogyra mostrando las diversas etapas en el proceso de la conjugación. Preparación de I. Ochoterena.

ción observables de más definida manera en los elementos masculinos; **Haberlandt** cree que hay una deshidratación parcial que es la que determina el movimiento de la gameta masculina.

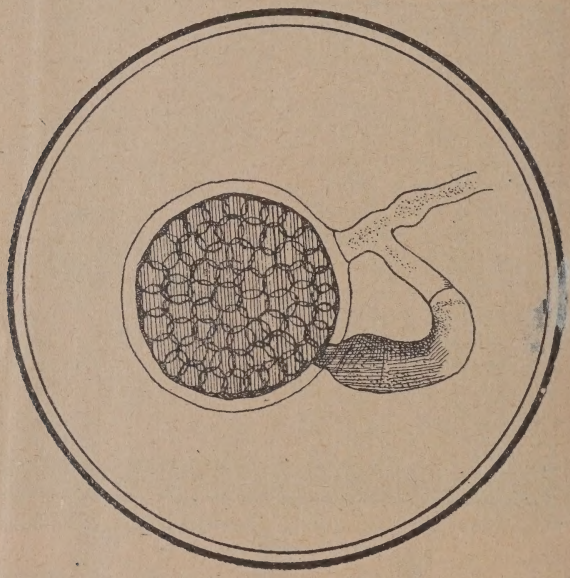
Los trabajos de **De Bary** y de **Strasburger** en la *Spirogyra quinina*, nos muestran el fenómeno de la conjugación en su intimidad: cada gameta contiene un pronúcleo perfecto con su cromatina y su linina claramente perceptibles, estos pronúcleos acaban tocándose por sus bordes, la membrana nuclear separatriz se destruye; los protoplasmas se confunden y ambos fusionan sus elementos integrándose, a expensas de estas células sexuales, una celdilla completa que por divisiones sucesivas conserva la especie.



(Fig. 36.) Fenómenos íntimos de la fecundación en la Spirogyra según Strasburger.

En las *Saprolegniaceas* se encuentra otra etapa en el proceso de diferenciación de los elementos sexuales. Las observaciones de **Pringshein** en la *Saprolegnia monoica* demostraron que en estos hongos hay verdaderos órganos sexuales tanto femeninos (*Oogonios*) como masculinos. Al principio esta sexualidad fué puesta en duda, pues **De Bary** con su gran autoridad, creía que se tra-

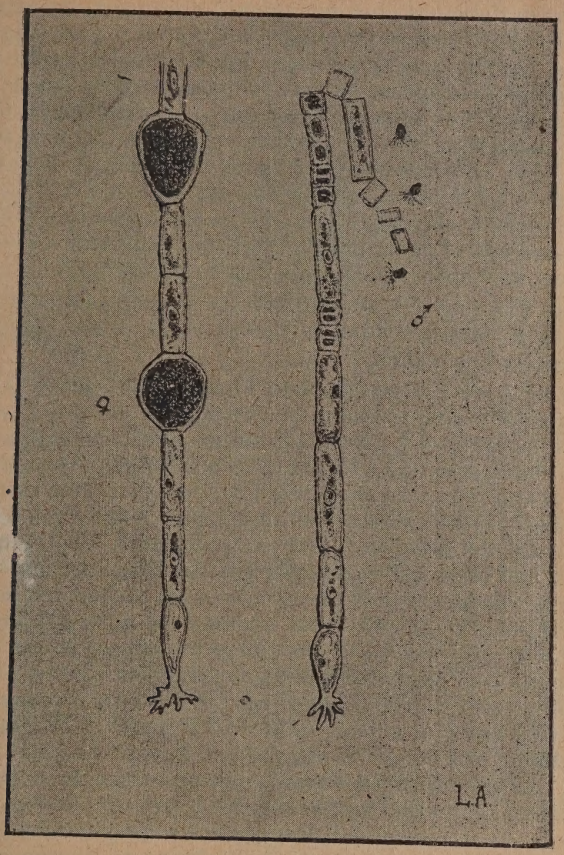
taba de parásitos, pero trabajos posteriores efectuados con los perfeccionamientos de la técnica histológica, han comprobado la exactitud de las observaciones de **Pringshein.** Los *Oogonios* aparecen como ensanchamientos globulares en la extremidad de los filamentos y después de un período de crecimiento, la célula única que los forma se divide carioquinéticamente dos veces, dando cuatro óvulos. Los anteridios, desarrollados también en la extremidad de los filamentos, emiten un delicado tubillo por donde pasa el contenido protoplásmico, con un número variable de núcleos que van a conjugarse con los de las células femeninas; este caso muestra un decidido avance en la diferenciación sexual, pues aunque no existen anterozoides morfológicamente integrados, el fila-



(Fig. 37.) Saprolegnia mostrando el anteridio en el momento de fecundar el oogonio. Figura copiada de la Botánica de Ph. van Tieghem.

mento sexual macho es tenue y tiene elementos activos, movibles, mientras que los órganos femeninos son voluminosos e inmóviles como se nota en otros seres más perfeccionados.

En el *Oedogonium* existen filamentos que producen anterozoides movibles, de una forma análoga a los zoosporos, pero más



(Fig. 38.) Oedogonium. Filamentos masculinos y femeninos mostrando las oosferas y los anterozoides libres. Preparación de I. Ochoterena.

pequeños y *Oogonios* voluminosos conteniendo una oosfera; trátase, pues, de un tipo heterogámico en donde las células sexuales alcanzan una elevada diferenciación.

Pringshein estudió cumplidamente la fertilización de esta planta que ha sido reconsiderada en sus finos detalles por **Klebahn**, a quien debemos un conocimiento más exacto de estos puntos. En el *Oedogonium boscii* puede observarse, cuando alcanza su madurez el *oogonio*, que se produce en su membrana de protección una abertura elíptica cuyos bordes se encurvan hacia afuera dejando un poro que permite el acceso al interior de la celdilla; su protoplasma se contrae y el núcleo queda en la parte superior del óvulo. Los anterozoides están provistos, en el polo anterior, de un círculo de pestañas vibrátiles y en el posterior llevan un núcleo pequeño y refringente; el elemento masculino aborda el *oogonio*, franquea el poro, penetra del todo, aumenta de volumen y funde sus elementos con los del óvulo, fecundándolo.

En las *Fucaceas* existe una perfecta diferenciación sexual, de manera que pueden considerarse estas algas como típicas para ejemplificar la heterogamía.

En la memoria fundamental de **Thuret**, publicada en 1854, reconoce este sabio que en las ramas aplanadas del tallo, se hallan inflamientos notables con una especie de puntuaciones sobre las cuales se nota a menudo una pequeña acumulación gelatinosa de un color anaranjado o verde olivo. Practicando cortes transversales en estas regiones y examinándolas al microscopio, pueden verse oquedades de dos especies: unas conteniendo anteridios que producen enormes cantidades de pequeñísimos anterozoides, verdaderos espermatozoides como preferentemente debería denominársele, movibles, que afanosamente nadan en el agua del mar; otras criptas llevan numerosos *oogonios* que producen, cada uno de ellos, ocho cosferas que desprendidas del órgano en que se elaboran, se acumulan en el poro del conceptáculo dando a la masa el color verde olivo a que nos hemos referido. **Farmer** y **Williams**, que han estudiado recientemente estas algas, dicen: «Las plantas masculinas y las femeninas se colocan en cristalizadores separados que se mantienen cubiertos para impedir la evaporación. Cuando aparecen las manchitas gelatinosas en los conceptáculos hembras, se añade agua de mar para facilitar la completa liberación de las oosferas; entonces se colocan algunas ramas masculinas cuyos anterozoides estén maduros, en otra cápsula con agua de mar, que acaba por ponerse turbia debido al gran número de estos corpúsculos. Si entonces se mezclan pequeñas cantidades de uno y otro líquido, los anterozoides se agrupan en torno de las oosferas

mejor desarrolladas, adhiriéndose a la periferia de estos óvulos que acaban por ser movidos gracias a la agitación de la cauda de los espermatozoides».

(Fig. 39.) Porción terminal del talo de un Fucus; óvulo rodeado por los espermatozoides y espermatozoide aislado, representado con mayor aumento. Figuras semiesquemáticas.

Un espermatozoide penetra y de la misma manera que en los demás seres vivos, funde sus elementos nucleares y protoplásmicos con los del óvulo, transformándolo en un huevo capaz de desarrollarse.

Los hechos estudiados en esta lección, nos enseñan que la sexualidad no se integra súbitamente, por saltos, sino que evoluciona gradual y lentamente pasando de lo homogéneo a lo heterogéneo y partiendo desde tipos de gran sencillez hasta llegar a diversificarse de un modo extraordinario, a medida que se elevan; con razón **Spencer**, meditando acerca de análogos fenómenos en los seres vivos, sintetizó gran número de observaciones, afirmando con clarividencia que «la heterogeneidad es signo de superioridad.»

BIBLIOGRAFIA

1. **D. M. Mottier.**—Fecundation in Plants. Carnegie Institution. 1904.

2. **J. Sachs.**—Traitè de Botanique. Trad. Francesa de **Ph. van Tieghem.**

3. **Ph. van Tieghem.**—Elements de Botanique. 1918.

LECCION VII

La evolución de la sexualidad en los animales

La sexualidad evoluciona gradualmente en los animales, pasando como en las plantas, de lo homogéneo a lo heterogéneo.

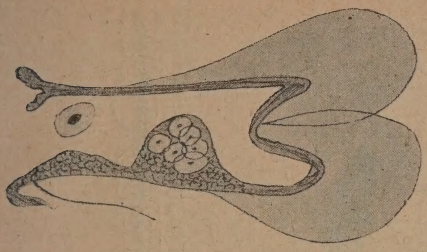
En los *Anélidos poliquetos* ni siquiera hay órganos diferenciados para la elaboración de los productos sexuales, pues todo el revestimiento mesodérmico del peritoneo, puede, en su completa extensión, dar óvulos o espermatozoides.

En la *Taenia*, en donde cada anillo puede considerarse como un animal que concurre a integrar una colonia, se encuentran testículos numerosos, comunicados entre sí por finos canales que, por anastomosis sucesiva, forman uno mayor por medio del cual se vierte el esperma en la rudimentaria vagina que comunica con el ovario, abundantemente provisto de óvulos; cada uno de los segmentos posee los órganos reproductores masculinos y femeninos, el animal es capaz de autofecundarse existiendo por tanto un verdadero hermafroditismo.

En los moluscos *Pterópodos* del género *Cymbulia*, hay una glándula tubulosa, ramificada, en donde cada una de las invaginaciones que la integran está revestida de un epitelio cuyas células evolucionan divergentemente, dando óvulos o espermatozoides, que conducidos por un canal, se acumulan en dos receptáculos separados, de donde pasan a un conducto en donde los óvulos son fecundados inmediatamente antes de su expulsión.

En la *sanguijuela* hállanse completamente separados en cada uno de los segmentos la glándula masculina y la femenina, pero tanto los testículos como los ovarios reúnen sus productos en un canal colector. Los órganos sexuales a que nos referimos, no funcionan al mismo tiempo sino que alternan sus actividades rítmicamente, resultando desde el punto de vista fisiológico, que el

animal es alternativamente macho o hembra y que la autofecundación es imposible.



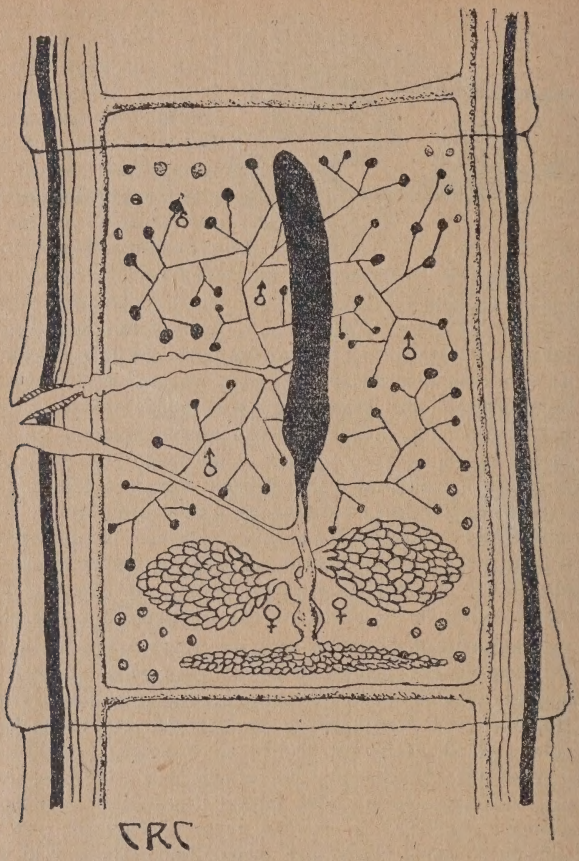
(Fig. 40.) Parapodo de Tomopteris, según Gegembaur, mostrándo lap roducción de los óvulos. Figura copiada de la Zoología de Ed. Perrier.

En los *caracoles* (*Moluscos, Gasterópodos*) hay también una glándula hermafrodita, y aunque los productos sexuales pueden hallarse maduros a un mismo tiempo, el animal es incapaz de autofecundarse, necesitando acoplarse con otro y desempeñando, al mismo tiempo, las funciones masculinas, por los espermatozoides con que fecunda los óvulos del otro individuc, y femenina, por, sus propios óvulos que gracias al esperma que recibe del otro animal, son fecundados.

El hermafroditismo parece ser una manifestación primitiva de la sexualidad que, al dividirse el trabajo para el perfeccionamiento de los seres, tiende a pasar a la unisexualidad. Durante el desarrollo de los animales superiores, hay una etapa en la cual indiferentemente pueden evolucionar hacia uno o hacia otro sexo, pero no sin dejar vestigios anatómicos de ese transitorio estado hermafrodita que, en las monstruosidades, se presenta claramente, ofreciéndonos de una manera amplificada, por decirlo así, estados que normalmente no alcanzan tal desarrollo y son pasajeros.

La unisexualidad, por sí misma, no constituye un elevado perfeccionamiento en las funciones de reproducción; en multitud de peces tanto los óvulos como los espermatozoides son arrojados en el agua del mar y la fecundación es externa, con todas las vicisitudes inherentes al medio en donde se efectúa; multitud de espermatozoides arrastrados por las corrientes marinas, desviados por los movimientos de las olas, jamás llegarán a desempeñar su misión, enorme cantidad de óvulos serán devorados por los animales marinos o destruídos por múltiples causas, y si no fuera por la prodigiosa abundancia de los elementos sexuales de estos seres, seguramente se habrían extinguido ya las especies. Cuando la fecundación es interna, evítase desde luego uno de los factores adversos a este fenómeno, pues los espermatozoides se aprovechan íntegramente para la fertilización, como sucede en los *Moluscos*

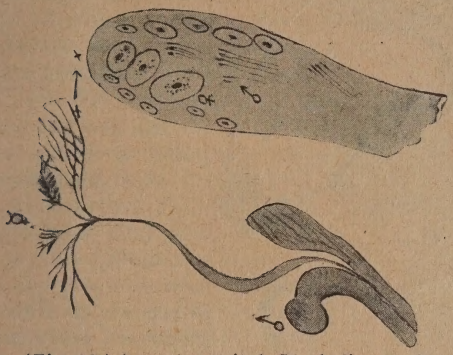
Cefalópodos, en donde el esperma se haya contenido en verdaderas cápsulas, los espermatóforos, que el macho deposita por me-



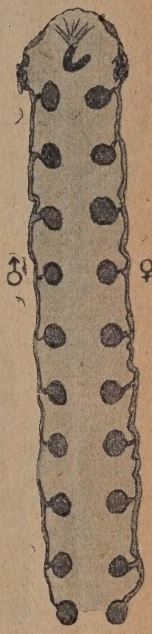
(Fig. 41.) Anillo de taenia mostrando los órganos masculinos y femeninos. Figura esquematizada de la Zoología de Ed. Perrier.

dio de un brazo copulador especial, a veces caduco, en la cavidad de la hembra; mas si bien es cierto que se logra la completa trans-

formación de los óvulos en huevos, éstos son expulsados, con sus correspondientes reservas alimenticias que aseguran el desarrollo del embrión, pero están escasamente defendidos de las causas destructoras que obran sobre ellos, tales como las infecciones microbianas, la acción de diversos parásitos, y sobre todo, están indefensos ante los apetitos de gran número de animales que los devoran.



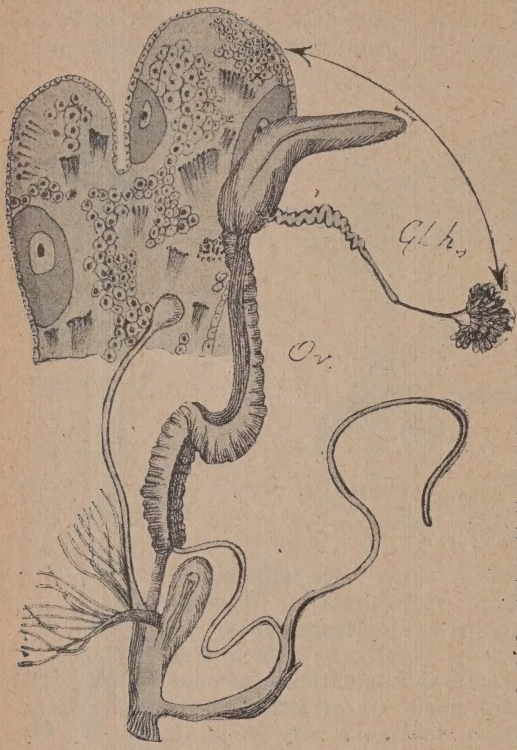
(Fig. 42.) Aparato genital Cymbulia, según Gegembaur, mostrando cómo en el interior del mismo divertículo se forman los espermatozoides y los óvulos. Fig. esquematizada de la Zoología de Ed. Perrier.



(Fig. 43.) Esquema del aparato genital de la sanguijuela.

Deben considerarse como importantes perfeccionamientos, tanto la fecundación como el desarrollo interno de los óvulos fecundados. En ciertos peces y en varios reptiles se nota que el huevo, provisto de reservas alimenticias es conservado por la madre, hasta un período más o menos avanzado de su desarrollo pero como da origen a un sér nuevo, con todas sus exigencias y como, cuando las reservas alimenticias no son bastantes para permitir un completo desarrollo, y como también la madre carece de medios apropiados para suministrar en la necesaria cantidad estas materias alimenticias, los embriones son expulsados prematuramente, como sucede en los *Monotremas*, como el *Equidna* y el *Ornitorrinco*, en donde el embrión se nutre no sólo a expensas del vitulus sino del moco se-

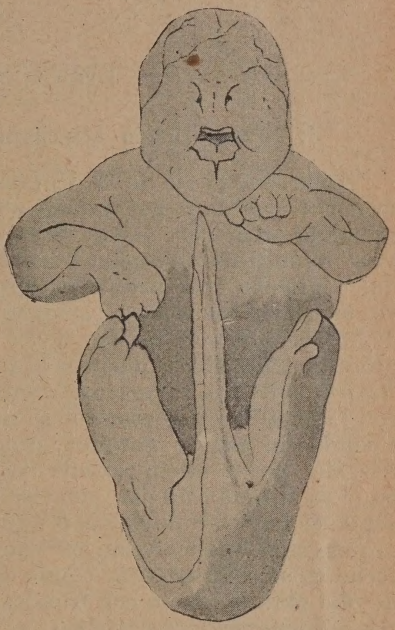
cretado por las glándulas uterinas que atraviesa la membrana, previa transformación y por ósmosis es absorbido tanto por la vesícula umbilical como por la alantoide ricamente vascularizadas; cuando tiene de 16 a 18 mm., el embrión es expulsado o bien, como en el *Equidna*, llevado a una bolsa ventral, el marsupium en donde acaba su desarrollo.



(Fig. 44.) Aparato reproductor del caracol. Gl. h. glándula hermafrodita, od. oviducto. Figura copiada de la Zoología de Ed. Perrier. La porción aumentada muestra la glándula hermafrodita produciendo óvulos y espermatozoides; esta figura está copiada de los trabajos de Korschelt.

En los *Marsupiales* se inicia ya un intercambio de materias alimenticias, más perfecto, por medio del corion que se pega a la mucosa de útero pudiendo entonces aprovechar como materias nutritivas no solamente el moco de las glándulas uterinas sino la albúmina que desciende por el oviducto, estas condiciones precarias de vida sólo permiten un desarrollo incompleto por lo cual es expulsado el embrión oportunamente y transladado al *marsupium* en donde se encuentran las glándulas secretoras de la leche; a cada glándula provista de un largo pezón se adhiere un embrioncito que es alimentado por medio de la leche que la madre expele por contracciones de sus músculos intrínsecos.

En los mamíferos más elevados, la nutrición intrauterina del embrión puede hacerse de manera más eficiente gracias al corion secundario, también denominado bolsa embrionaria que se diversifica en determinada porción para construir la placenta, que íntimamente engrana con la pared uterina, permitiendo que de la porción maternal modificada (placenta maternal), a la porción modificada del *corion* (placenta fetal), se establezca perfecto intercambio nutritivo por medio del cual no solamente puede el nuevo sér recibir materias alimenticias bastantes para su desarrollo al abrigo de infecciones, con temperatura y humedad apropiadas, etc., sino librarse de las materias excrementicias que elabora, tóxicas, que le serían fatales.



(Fig. 45.) Feto de rata-kanguro recién nacido. Figura copiada de la Zoología de Ed. Perrier.

BIBLIOGRAFIA

Brachet A.–Traité d'Embryologie des vertébrés, 1921.

Prentis A.—Laboratory Manual and Text Book of Embriology.

Keibel F.—Normentafel zur Enwicklungsgeschichte der Wirbelthiere.

LECCIÓN VIII

I. La Generación Alternante.—II. Partenogenesis.

Débese al genio de **W. Hofmeister** los conocimientos que poseemos acerca de la generación alternante en los vegetales. Estudiando un helecho puede verse que en el reverso de sus frondas existen multitud de órganos de las formas más variadas, los soros, que contienen unas pequeñas cápsulas, los esporangios, que a su vez encierran los esporos; éstos provienen de las células madres definitivas que por dos divisiones subsecuentes y por el mismo procedimiento que expusimos al tratar de la *espermatogenesis* en el *Ascaris*, sufren la reducción de cromatina, quedando cada núcleo con la mitad de los cromosomas que posee una célula somática. Cuando un esporo germina, produce, no una planta con frondas, sino un protalo que tiene la forma de los vegetales inferiores, en él se diferencian las gametas (*generación gametófita*), representadas por los anteridios, productores de espermatozoides y los arquegonios que elaboran verdaderos *óvulos* (oosferas), que al ser fecundadas originan una célula completa, un huevo cuyo desarrollo dará la planta con frondas en las que se producirán los esporos (generación esporófita).

Como afirma oportunamente **G. Bonnier** "el hijo no se parecerá al padre sino al abuelo", es decir, hay alternación regular entre la generación asexuada (esporófita), y la sexuada (gametófita).

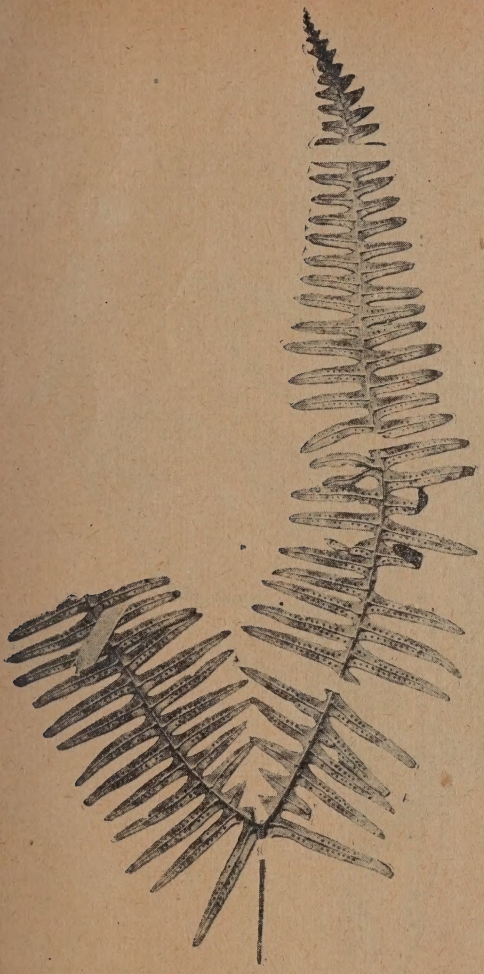
En la planta que nosotros denominamos vulgarmente "*Cañuela*" (1), *Equisetum mexicanum, Milde*, los vástagos fértiles terminan en una *espiguilla* en donde están las hojas fructíferas, con esporangios llenos de esporos, de igual forma, provistos de *lascinias* que hacen que se enlacen entre sí.

(1) Hay otras especies de *Equisetum* que llevan el mismo nombre vulgar.

Al germinar cada esporo dará origen a protalos diversos unisexuados y "ya se ve, dice el **P. Pujiula,** la trascendencia que tiene el agrupamiento de esporas para coger con mayor facilidad los dos sexos en el grupo", el distinguido biólogo, **Le Dantec,** comentando este asunto se expresa en estos términos:

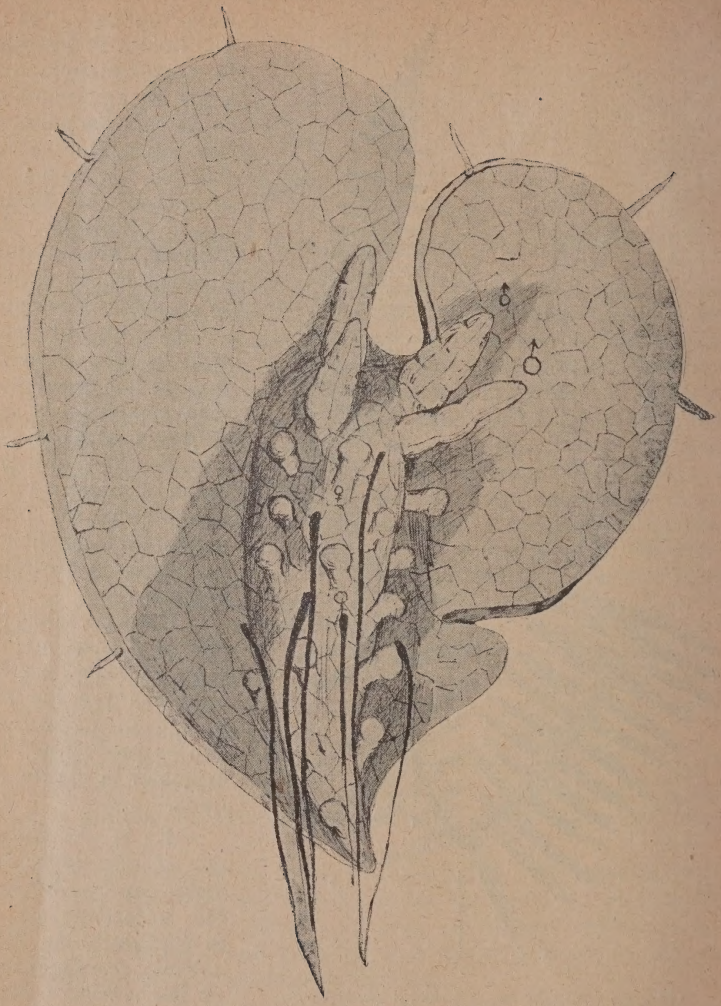
"Nos encontramos aquí en presencia de uno de los problemas más misteriosos en Biología ¿por qué razón, esporos que parecen semejantes dan nacimiento, los unos a protalos machos y los otros a protalos hembras?"

Unos protalos, los más pequeños, elaboran espermatozoides mientras que los más grandes producen óvulos que fecundados originan la planta foliada.

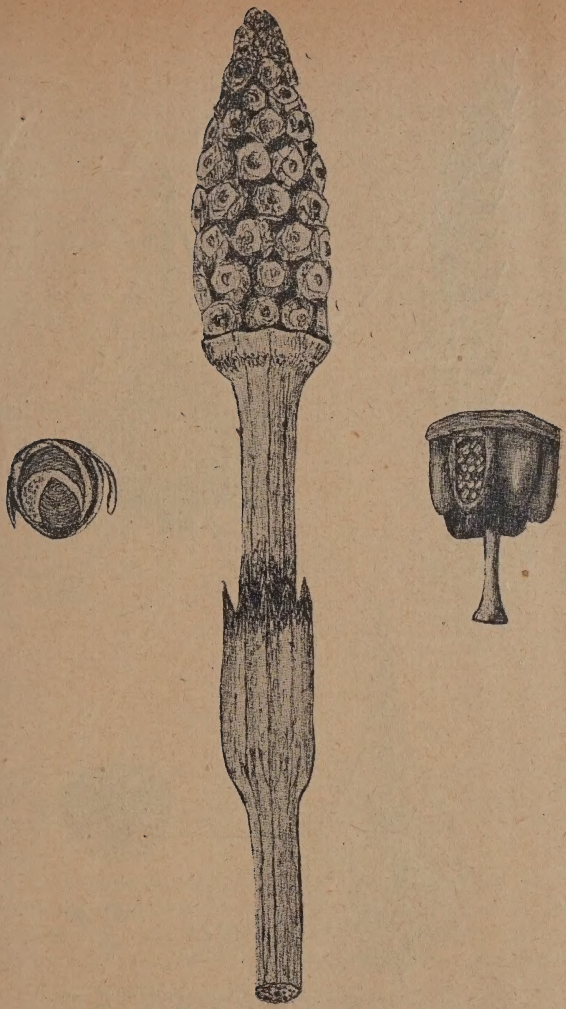


(Fig. 46.) Fronda de un helecho mostrando los soros.

En la *Doradilla* o *flor de peña* (*Pteridiofita* de esporos diferentes, heterosporea, de la familia de las *Selaginelas*), se encuentran en los *estróbilos* esporíferos y generalmen-



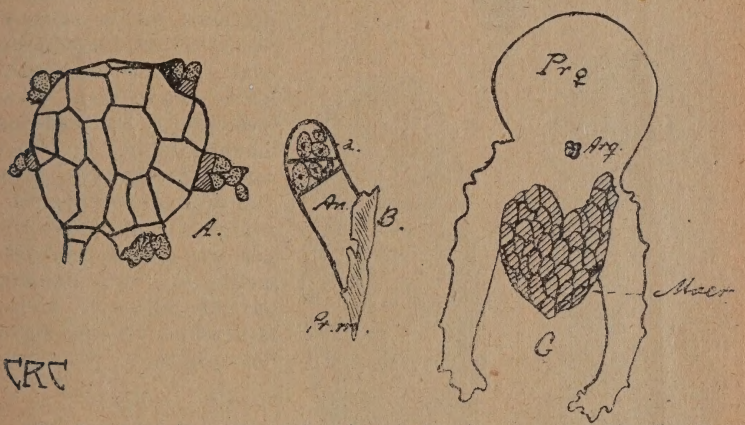
(Fig. 47.) Protalo de un helecho visto por su cara inferior mostrando los anteridios y los arquegonios.



(Fig. 48.) Estróbilo fructífero de una "cañuela" (Equisetum). A la derecha de la figura están representados los esporos en el lugar donde se producen, y a la zquierda está un esporo aislado con sus lascinias.

(Fig. 49.) Selaginela. A, Rama con estróbilos esporíferos; B, Microsporangio; axilar; C, Macrosporangio; D, Macrosporos; E, Microsporos. Figuras tomadas de "Plan Structures" por J. M. Coulter.

te en la porción terminal, numerosos microsporangios axilares en donde por un proceso, idéntico en lo esencial al de la producción del polen en las plantas fanerógamas, se forman los *microsporos* que al germinar forman un protalo masculino, reducido muy a menudo, a una sola célula vegetativa, este protalo elabora los espermatozoides. Abajo de los *microsporangios* están los *macrosporangios* con sus cuatro *macrosporas*, de una estructura interna muy parecida a la de los óvulos *telolecitos*, bien diferenciadas, que suelen caer en la tierra húmeda y germinar dando un protalo hembra en donde se desarrollan los arquegonios con sus oosferas que al ser fecundadas darán un huevo de donde se derivará otra "*Doradilla*".



(Fig. 50.) Salvinia natans. A, Germinación de microsporos en el interior de un microsporangio; B, Protalo macho (Pr. m.), anteridios (An.) anterozoides (a); provenientes de un microsporangio; C, Germinación del macrosporo en el interior de un macrosporangio, (Pr.) protalo femenino, (Arq.) arquegonio. (Mac.) macrosporangio. Esquemas tomados de la Botánica de Daguillon y Matruchot.

El último ejemplo de generación alternante, en los vegetales a que necesitamos referirnos en esta lección, es el de la *Salvinia natans*, planta acuática cuyos *macrosporos* pueden germinar precozmente en los mismos esporangios (1) y dar, por tanto, un protalo femenino parásito de la planta con hojas. En las *Fanerógamas*, la generación es también alternante, pues el polen al germinar produce un verdadero protalo macho, el tubo polínico, en donde

(1) También se nota este fenómeno en muchas *Selaginelas* y especialmente en la *S. apus*.

se diferenciará un espermatozoide, a veces libre, como se ve en el *Ginkgo*, o en la *Zamia*.

En el ovario de las flores hállase un protalo femenino (a veces, como en las *Cicadeas*, con verdaderos arquegonios) en donde se elaboran las cosferas que serán fecundadas y germinarán en el mismo protalo conduciéndose a manera de parásitos como justamente los considera **Le Dantec**.

Estos estudios nos permiten comprender la verdadera significación de los órganos sexuales; en la *Cymbulia* y en el *caracol*, la glándula hermafrodita es substancialmente comparable al protalo de un helecho; en la sanguijuela, los ovarios pueden compararse a los protalos de una *Salvinia* y los testículos, a los protalos machos de las *Criptógamas* heterosporeas, productoras de espermatozoides; los animales superiores poseen normalmente un sólo protalo parásito, el mejor adaptado para vivir en el soma del animal.

(Fig. 51.) Esquemas de la fecundación en la Zamia. El espermatozoide libre penetra en el óvulo, fecundándolo.

II

PARTENOGENESIS

Se conoce con el nombre de *Partenogenesis* el desarrollo de los óvulos vírgenes, sin la acción del espermatozoide; esta clase de desarrollo puede efectuarse natural o artificialmente. La Partenogenesis natural se conoce desde hace mucho tiempo; **Ch. Bonnet** la observó de admirable manera en los pulgones. El 20 de mayo de 1740 aprisionó un pulgón recién nacido y llevó un diario exacto de la vida de su

(Fig. 52.) CARLOS BONNET.—Naturalista y filósofo suizo, nació y murió en Ginebra (1720-1793). A los dieciocho años descubrió la partenogenesis de los pulgones, hizo otras importantes investigaciones de Historia Natural y se deben a él, además, importantes obras de filosofía. Figura tomada de la obra de L. Figuer "Le Insectes".

prisionero..... «notaba sus menores movimientos, dice el sabio, y ninguna de sus acciones me parecía indiferente, no sólo lo observaba todos los días de hora en hora desde las cuatro o las cinco de la mañana hasta las nueve o diez de la noche, sino que lo veía muchas veces a la misma hora y siempre con auxilio de la lente, para hacer la observación más exacta e instruirme en las más secretas acciones del pequeño solitario; mas si esta vigilancia continua me cuesta mucho trabajo, en cambio sólo puedo aplaudirme de haberla instituído. Mi pulgón cambia cuatro veces de piel, el vigésimo tercer día, por la tarde, el 27 a las 2 p. m., el 29 a las siete de la mañana y el 31 a las siete de la noche; venturosamente pasó estos trabajos y llegó a su desarrollo completo gracias a mis cuidados. El primero de junio, cerca de las 7 de la noche vi con gran contento que estaba dando a luz, debiendo por tanto, considerarse como pulgón hembra. Desde este día hasta el 20, nacieron 95 pequeños, bien constituídos, la mayor parte bajo mis ojos». El ilustre naturalista, pudo obtener hasta cuatro generaciones sin necesidad de la unión sexual, y **Kirby** afirma que si la temperatura y el estado higrométrico son constantes, pueden los *Afideos* dar durante cuatro años consecutivos generaciones partenogenéticas, mas este modo vivíparo de multiplicación no puede continuar indefinidamente y en el *Otoño* se efectúa el acoplamiento; entonces la hembra pone huevos que sólo se desarrollarán hasta la próxima Primavera y producirán generaciones vivíparas, transito-

(Fig. 53.) Oedegonium mostrando un anterozoide que germina cerca del oogonio. Preparación de I. Ochoterena.

rias, sólo útiles para multiplicar la especie; estas generaciones se alternarán con las ovíparas que provienen de la unión de los dos sexos. Hechos análogos se pueden observar en las abejas y en ciertas mariposas.

El desarrollo del óvulo ha podido obtenerse también sin la acción del espermatozoide, por diversos artificios: **Boursier** desde 1847, observó que los *Bombyx* de la seda pueden dar huevos sin necesidad del macho y **Tichomirow**, tratando los óvulos por diversas substancias o sometiéndolos a la acción de frotamientos enérgicos con una brocha, ha logrado que se desenvuelvan; pero los trabajos más notables a este respecto son los **Jacques Löeb** (comprobados por **Wilson**), quien operando sobre óvulos de erizos y de estrellas de mar y sujetándolos a la acción de soluciones hipertónicas, que no sólo los deshidratan sino que aumentando la concentración de los iones de *hidróxilo*, obran como excitantes, logran provocar una verdadera partenogenesis artificial, pero como en estos casos no intervienen los factores hereditarios paternales, los productos que se obtienen son seres degenerados, verdaderos abortos sin potencialidades para propagar, vigorosa e íntegramente la vida.

Los hermanos **Hertwig**, sometiendo los espermatozoides de los batracios a los rayos *alfa* y *beta* o a la del *radio*, que destruyen la cromatina del núcleo, nos enseñan que aun estos espermatozoides incompletos pueden obrar sobre el óvulo como excitantes partenogenéticos produciendo individuos masculinos más o menos anormales. **Ives Delage**, aplicando estos resultados a la especie humana, cree que en casos en que la sífilis, el alcoholismo u otros agentes tóxicos obran aniquilando la cromatina del zoospermo, aún puede éste servir de excitante para que el óvulo se desarrolle, pero los hijos obtenidos en tales condiciones son verdaderos engendros partenogenéticos, con todos los estigmas y taras propias de estos seres.

Mas si las gametas femeninas pueden en ciertos límites, desarrollarse sin la acción de la masculina, ésta, a su vez, ¿no podrá igualmente desarrollarse sin necesidad de la femenina, por un fenómeno comparable a la partenogenesis? Desde los magníficos descubrimientos de **Pringsheim** en el *Oedogonium*, se sabe que los anterozoides son puestos en libertad antes que la oosfera madure; cada anterozoide se fija sobre la oosfera cerca del punto en que más tarde se perforará y entonces germina como un esporo, como

una célula reproductora simple, pudiéndose considerar este fenómeno como una paradójica partenogenesis masculina. Igual interpretación conviene a los hechos descubiertos por los hermanos **Hertwig**, quienes agitando óvulos de erizos de mar, lograron dividirlos en fragmentos, muchos de ellos carentes de núcleo; cada una de estas porciones de protoplasma anucleado, constituye un medio conveniente para el desarrollo del espermatozoide que en efecto evoluciona, dando, según **Boveri** y **Delage** han comprobado pequeñas larvas; **Godlewski** ha logrado hacer más patentes estos hechos, consiguiendo que el espermatozoide de un crinoide del género *Antedon* se desarrolle en un fragmento anucleado de óvulo de erizo.

Estos fenómenos abren nuevos horizontes para el estudio experimental tanto de los fenómenos de la fecundación como de los de la herencia, y por esto hemos querido hacer aunque sea un breve resumen de ellos.

BIBLIOGRAFIA

1. **Le Dantec.**—Traité de Biologie.
2. **Pujiula J.**—Histología, Embriología y Anatomía Microscópicas Vegetales.
3. **Hertwig O.**—Allgemeine Biologie. Fünfte aufl. 1920.

FASCÍCULO III

LECCIONES DE BIOLOGIA

LECCION IX

Caracteres sexuales secundarios

Es un hecho muy bien conocido que los animales difieren grandemente en la infancia y en la pubertad y que estas diferencias consisten, no solamente en la aptitud para reproducirse, sino en un conjunto de caracteres denominados *caracteres sexuales secundarios;* así por ejemplo, el gallo adquiere la cresta, las barbas, su canto sonoro, su ardor combativo (1), el guajolote el conjunto de carnosidades eréctiles que ornan su cabeza y la típica escobeta denominada *Xolhuaztli* (2), el buey almizclado y el gato de Algalia, sus peculiares secreciones aromáticas, el león su crin, el ciervo sus cuernas, algunos insectos sus enormes mandíbulas, el hombre el habla y el pensamiento varoniles, la mujer sus mejores atributos al grado que puede decirse que todo es afectado por la madurez sexual: la talla, las proporciones generales, la finura de la piel, el tejido adiposo que redondea las formas, el timbre de la voz, la mirada, el gesto, los instintos, las costumbres, todo.

Uno de los primeros en comprender la importancia biológica de estos caracteres, fue el ilustre **Darwin.** En su libro "*El Origen de las Especies,*" se expresa en estos términos: "Generalmente, los machos más vigorosos o aquellos que están mejor preparados para ocupar sus puestos en la naturaleza dejarán mayor descendencia; pero en muchos casos la victoria depende no tanto del vigor general, como de poseer armas especiales limitadas a los

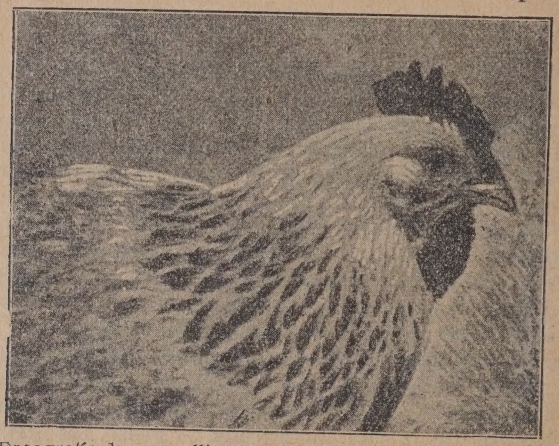
(1) Según los estudios de **A Pézard** (Annales des Sciencies Naturelles Zoologie T. V. pág. 82. 1922).

Los espolones y las particularidades del plumaje escapan a la influencia de las secreciones sexuales, debiendo considerarse como caracteres secundarios masculinos, latentes durante la vida normal, pero que se exteriorizan cuando se suprime o se modifica profundamente la secreción ovárica.

Esto explicaría por qué determinadas gallinas viejas adquieren las plumas atornasoladas de la cola del macho y por qué en la especie humana aparecen también cuando se perturban las secreciones endócrinas, el bigote y la barba masculinos.

(2) *Xolhuaztli.*—Escobilla para limpiar ropa. (**Fray Alonso de Molina.**)

machos. De aquí, que sin cuernas el ciervo y sin espolón el gallo tendrían muy pocas probabilidades de dejar numerosa descendencia. *La selección sexual* permite al vencedor que pueda comunicar el valor indomable, la fuerza del ala, la longitud del espolón para herir con la pierna armada, casi del mismo modo que lo hace el brutal gallero por la cuidadosa selección de sus mejores gallos. ¿Hasta qué punto llega en la naturaleza esta lucha?, no lo sabemos; hemos leído descripciones de caimanes que se pintan luchando, resoplando y moviéndose con mucha rapidez en de-



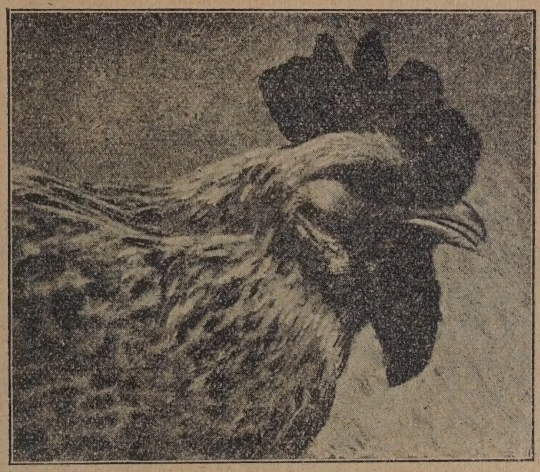
(Fig. 54.) Fotografía de una gallina con su cresta y barbas normales, de color pálido, plumaje propio de su sexo, sin instintos masculinos. Figura tomada de la memoria de A Pézard publicada en los Ann. d. Sci. Nat. Zool. T. V. p. 93 1922.

rredor, como lo hacen los indios en una danza guerrera, para la posesión de las hembras; se han observado los salmones combatiendo sin tregua durante un día entero; los machos de los insectos llamados ciervos voladores, sufren algunas veces heridas de las enormes mandíbulas de sus semejantes, y el inimitable observador **Fabre** ha visto frecuentemente a ciertos insectos himenópteros luchando por una hembra, que quieta contempla la lid, sin darse cuenta, al parecer, hasta que se retira por último con el vencedor....."

"Entre las aves, la contienda es con frecuencia de carácter más pacífico, por lo que todos aquellos que han estudiado atentamente

este asunto, afirman que hay gran rivalidad entre los machos de muchas especies para seducir, por el canto, a las hembras."

"El mirlo de roca de la Guayana, las aves del Paraíso y algunas otras, se reúnen y sucesivamente van los machos desplegando con el más prolijo cuidado sus hermosos plumajes para hacerlos ver de la mejor manera posible; de igual modo, hacen delante de las hembras extrañas y grotescas figuras, mientras que ellas, espectadoras, escogen al compañero que más atractivos les ofrece....."



(Fig. 55.) Fotografía de la misma gallina con cresta y barbas rutilantes y bien desarrolladas. Instinto belicoso, canto de gallo. Figura tomada de la memoria de A. Pézard publicada en los Ann. d. Sci. Nat. Zool. T. V. p. 93 1922.

"Así sucede, según creemos, que cuando los individuos de cualquiera especie tienen los mismos hábitos generales de vida y se diferencian en estatura, color o adorno, semejantes distinciones son principalmente efecto de la selección sexual....."(1)

(1) Estas opiniones han encontrado numerosísimos contradictores, especialmente entre personas que sólo pueden contemplar la naturaleza al través de sus prejuicios. **Morgan** (**T. H. Morgan**, "Evolution and Adaptation," pág. 167–221), con minuciosa atención, ha recapitulado las contradicciones hechas con un carácter científico, llegando a reunir hasta 20 que no favorecen el principio de la selección sexual; pero eminentes naturalistas como **Weismann** en su "Vortráge uber Descendenztheorie" **Ives Delage y Goldsmith** ("Las teorías de la Evolución") y otros han refutado en diversas épocas, victoriosamente, estas contradicciones. Nos remitimos a la literatura citada y a la bibliografía de esta lección para las personas que deseen ahondar este punto.

En la época de **Darwin**, los adelantos de la ciencia no permitían investigar cual era la causa eficiente que producía los *caracteres sexuales secundarios;* pero ahora, los estudios histológicos nos han enseñado, sin duda alguna, que la causa productora de ellos radica en las glándulas genitales.

El testículo de los vertebrados es una glándula doble, destinada no sólo a la producción de los espermatozoides que tienen su origen en los múltiples tubos seminíferos que fundamentalmente lo integran, sino también una glándula de la pubertad que elabora un *hormón,* verdadera *secreción interna* que vierte en la sangre de la profusa red de vasos que lo irrigan.

Estas células intersticiales descubiertas por **Leydig,** que

(Fig. 56.)—Corte transversal del testículo de un gato joven mostrando los canales seminales seccionados y las células de Leydig. (C. int.) en medio de los conductillos. Preparación y microfotografía de I. Ochoterena.

constituyen la glándula de la pubertad y que se desarrolla extraordinariamente en esa época de la vida, han sido estudiadas con primoroso esmero y se ha podido comprobar que en su protoplasma existe un condrioma cuyas mitocondrias, fabrican el producto vertido. En la microfotografía y en el dibujo respectivos tomados de mis preparaciones, del testículo de un gato joven, teñidas por el método tricrómico de Cajal, pueden apreciarse con claridad los detalles expuestos.

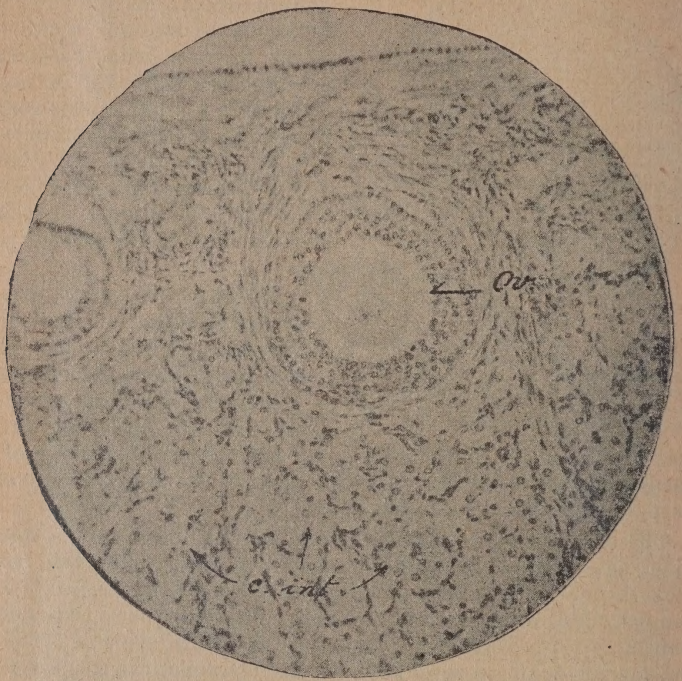
(Fig. 57.)—Corte longitudinal del testículo de un gato joven. Junto al epitelio seminífero están las células intersticiales (C. int.) y en su protoplasma se ve el producto secretado. Preparación de I. Ochoterena.

En el ovario existe una estructura análoga; en las microfotografías de las figuras tomadas de los trabajos de **Ochoterena** y **Ramirez,** pueden verse los elementos que en la región cortical producen los óvulos, destinados a la reproducción y el numeroso grupo de células intersticiales destinadas a producir la secreción interna de este órgano.

El eminente investigador austriaco **Steinach** que, a nuestro juicio, es quien ha continuado con más talento y eficiencia la obra iniciada por **Brown Sequard,** ha demostrado por medio de experiencias hábil e irreprochablemente logradas, que extirpando las glándulas reproductoras, los caracteres secundarios se atrofian y esta modificación se acompaña de las correspondientes alteraciones psíquicas. Sábese también sin duda alguna, que ciertos agentes, como los rayos X, destruyen la cromatina de las células espermáticas y originan fatalmente la esterilidad, pero no afectando las células de **Leydig,** los caracteres secundarios se conservan íntegramente; igual fenómeno se ha observado en los individuos que adolecen de *criptorquídea,* son estériles pero con sus caracteres masculinos bien definidos.

Steinach ha podido trasplantar, con éxito, fragmentos de ovario a jóvenes ratas machos castrados y ha visto cómo se desarrollan, en este caso, todos los caracteres sexuales femeninos afectando el desarrollo de las glándulas mamarias y multitud de

bien conocidos reflejos propios únicamente de la hembra; las modificaciones obtenidas llegan a ser tan profundas, que estos machos feminizados son perseguidos por los normales.



(Fig. 58.)—Corte transversal del ovario de una coneja mostrando una vesícula de De Graff con un óvulo (ov.) y las células intersticiales (C. int.) Preparación y microfotografía de I. Ochoterena.

Nussbaum experimentando con ranas, ha logrado suprimir las características modificaciones del dedo de los miembros anteriores de los machos y ha podido obtener a voluntad, este carácter secundario, implantando en los individuos castrados, una porción del testículo en el saco linfático dorsal. Es muy probable que el *hormón* secretado, obre afectando determinados centros nerviosos, pues la sección de los nervios en uno de los antebrazos impide estas modificaciones que se manifiestan con gran constancia en el brazo íntegro. En otros casos, como por ejemplo, el de

la secreción de la leche, el *hormón* parece obrar directamente, pues se ha logrado obtener esta secreción en injertos sin ninguna conexión nerviosa, implantando la glándula en el dorso o en la oreja del animal.

(Fig. 59.) Células intersticiales del ovario de la coneja mostrando las mitocondrias que elaboran la secreción interna. Preparación y microfotografía de I. Ochoterena.

Lespinasse y sobre todo **Lichtenstern,** colaborador de **Steinach** y otros muchos autores han encontrado, como fácilmente podría suponerse, que en los casos en que se ha operado en la especie humana, los resultados concuerdan totalmente con las enseñanzas de **Steinach.**

Nuevos y amplios horizontes se abren, con estos estudios a la Biología, a la Psicología científica, a la Medicina y con exactitud debe afirmarse que cada vez que arrancamos a la Naturaleza la confesión de uno de sus secretos, se traduce este conocimiento en efectivos e incontables bienes.

Wheelon.—(H), The Internal Secretion of the testes. Interstate Med. J., 1917, 24, 1080.

Steinach.—(E), Willkürliche Umwandlung von Saügetier-Männchen in Tiere mit ausgepragt weiblichen Geschlechtscharakteren und weiblichen Psyche. Eine Untersuchung über die Funktion und Bedeutung der Puber.

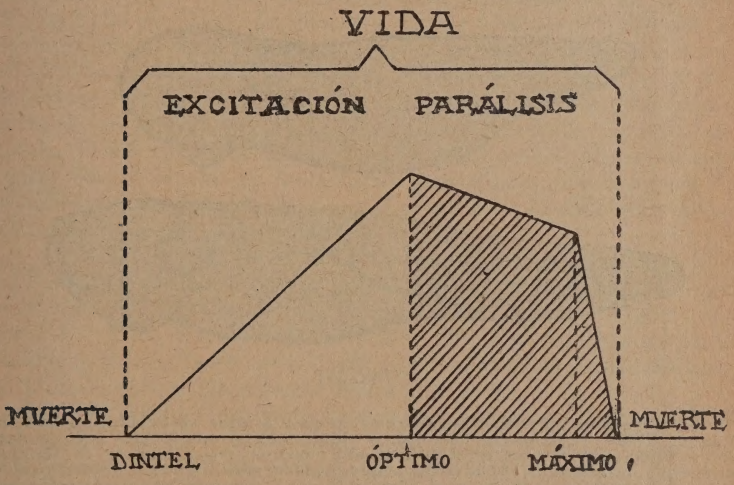
Nussbaum.—Innere Sekretion und Nerveneinfluss. Merkel Pubertätdrüsen Pfluger's Arch. 1921, 144, 71.

A. Pézard.—Modifications périodiques ou définitives des caractéres sexuels secondaires chez les gallinacés. Ann. d. Sciên. Nat. Zool. T. V. 1922.

LECCION X

Acción de los excitantes.—Principales tropismos y tactismos.

Los seres vivos son portentosos transformadores de la energía cósmica. La vida se manifiesta en virtud de la irritabilidad o ejercicio de la irritación que consiste en una peculiar manera de responder a la acción de los excitantes, que según la clasificación de **Hertwig** se agrupan en físicos, químicos y vitales; noso-

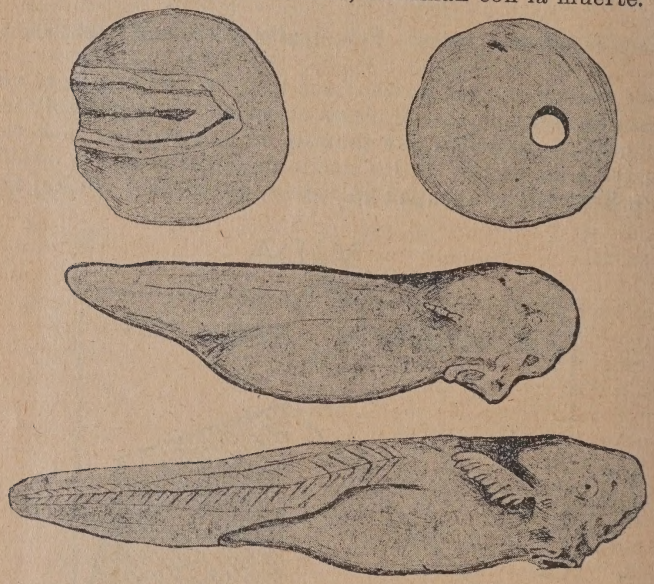


(Fig. 60.)—Diagrama que explica la acción de los excitantes en los seres vivos.

tros colocamos entre estos últimos y de manera provisional aquellos que, en el estado actual de la ciencia, no pueden explicarse satisfactoriamente por la acción de las fuerzas físico-quí-

micas, aunque esperamos fundadamente que con el progreso de la ciencia puedan explicarse por ellas. (1)

Puede decirse, en términos generales, que para que los excitantes obren es preciso que alcancen una intensidad apropiada, específica, que al aumentar permita una mejor manifestación de la vida, creciente hasta un punto denominado óptimo; si aumenta aún, las actividades vitales no se acrecientan ya, se llega al máximo de resistencia y principian a verse fenómenos de parálisis que en más o menos brusco descenso, terminan con la muerte.



(Fig. 61)

(1) Dice Henry Fairfield Osborn en su obra L'origine et l'evolution de la vie. Pág. 5. "Puesto que los fenómenos de la vida en sus formas simples son de naturaleza físico-química e interpretables de más o menos precisa manera en términos de energía, necesariamente admitimos que en las formas complexas pueden interpretarse en los mismos términos; pero afirmando que todas nuestras experiencias convergen hacia una explicación físico-química de la vida mejor que hacia las hipótesis vitalistas, de ninguna manera pretendemos que las explicaciones físico-químicas de la ciencia actual sean definitivas y satisfagan completamente nuestra razón. La química y la química fisiológica principalmente, tienen aún mucho que descubrir; una especie desconocida de energía puede entrar en acción; puede existir en el conjunto de elementos químicos-cósmicos necesarios para la vida, un elemento químico desconocido que el análisis aún no ha revelado....."

Los excitantes térmicos obedecen a estas leyes que en amplios límites se manifiestan. El notable explorador **Otto Nordenskjold** ha encontrado algas *Desmidiáceas* vivas en los helados campos del polo, a una temperatura bastante para congelar el mercurio; pero aun es más notable la tremenda resistencia de los esporos del bacilo del *Antrax* que soportan sin morir hasta 100° bajo cero siempre que estén perfectamente secos, pues la resistencia al frío aumenta a medida que la sequedad es más perfecta; los pelos estaminales de la *Tradescantia* han podido ser congelados por **Kühne** con auxilio de una mezcla frigorífica y mantenidos por algunos instantes a menos 14°, pudiendo, si con precaución se les deshiela, recobrar su vitalidad; los huevos de equinodermos, a 0° suspenden su segmentación, y **Oscar Hertwig,** en su *Allgemeine Biologie,* nos enseña los resultados de sus hermosos experimentos acerca del desarrollo de los huevos de la *Rana fusca* y de la *Rana esculenta,* a una temperatura determinada. Si se fecundan cuatro óvulos al mismo tiempo y se colocan en agua a diversas temperaturas, pueden observarse al cabo de tres días, notables modificaciones en su desarrollo: el primer huevo mantenido en agua a 10°, se halla en estado de gástrula con un blastoporo redondo; el segundo, conservado a 15°, presenta ya la placa medular con sus bordes bien integrados; el tercero, conservado a 20°, constituye un embrión de 5 mm., y el cuarto, mantenido a 24° ha producido un embrión que mide 7.5 mm. teniendo ya sus branquias ramificadas, la cola de 3.5 mm. redonda, pudiendo percibirse al través de este órgano transparente las metámeras musculares. En la figura 61 presentamos la copia de las figuras originales de **Hertwig** tomadas de la obra ya citada.

La acción del calor se manifiesta conforme a las mismas leyes. A 40° la mayoría de amibas perecen, los *Actinophrys* (Protozoarios de la clase de los Rizópodos, orden de los Heliozoos), soportan hasta 45° y los experimentos de **Max Schultze** efectuados en la *Tradescantia* y en la *Vallisneria* nos enseñan que las celdillas de estas plantas sufren sin perecer hasta 47° y 48°.

En las estepas del norte de nuestro país he podido observar que ciertas *Cactáceas,* los *Peyotes* (*Lophophora lewini y L. williamsii*) cuyo cuerpo, de forma cónica, se halla enterrado en la arena fuertemente caldeada, conservan, cuando menos durante tres meses del año, una temperatura interior de 50° por término medio.

En las fuentes de *Carlsbad* han sido hallados *Leptothrix* y *Oscillatorias* a 53°; **Ehremberg** en las fuentes termales de *Ischia* halló

también algas a una temperatura análoga pero, como en lo relativo a la resistencia al frío, las bacterias ofrecen en lo que respecta al calor, los límites extremos: **De Bary** afirma que los esporos endógenos pueden soportar 100°, 105° y 130° y se cree que para que se destruyan todos los gérmenes, en ciertas condiciones, precisa la acción de una temperatura no menor de 140°, conservada durante tres horas.

La luz es indispensable excitante para las manifestaciones de la vida; los seres que carecen de su influjo inevitablemente decaen y perecen. Con razón los antiguos en diversos países adoraban al sol, fuente de energía y de vida.

Es regla que los vegetales necesiten de las radiaciones de que tratamos, de esa peculiar forma de movimiento, para formar su clorofila y para descomponer el bióxido de carbono, asimilando el carbono y dejando en libertad el oxígeno. Las plantas florecen y fructifican mejor cuando están sometidas a enérgicas radiaciones solares tan necesarias, que sin ellas nuestras *Cactáceas* se deforman lamentablemente; es, pues, justificada la denominación de *Kinder der Sonne*, hijas del sol, que los alemanes en su expresivo idioma dan a estas plantas.

El *Tapayaxin*, *Prynosoma orbiculare* Wiglm, y algunos moluscos cefalópodos poseen células pigmentadas (*cromatóforos*) que indirectamente influenciados por la acción de la luz que obra sobre el sistema nervioso, originan sus curiosos cambios de color. En nuestros mares y cerca de los arrecifes de coral, sometidos a fuerte insolación, es en donde abundan los peces de más esplendentes colores, los moluscos de conchas brillantísimas, los crustáceos de purpúreo carapacho y aún los equinodermos que llegan a mostrar tintes maravillosos.

Los rayos del sol cuando inciden sobre la superficie de las aguas se refractan, descomponiéndose la luz blanca como cuando pasa al través de un prisma. El profesor **Thoulet** dice: "Sábese que los rayos rojos son los primeros en extinguirse y se conoce también que son los más favorables para que se forme la clorofila; las radiaciones azules por el contrario, favorecen la destrucción de las materias orgánicas, resultando que la falta de rayos rojos, impide a las plantas vivir en las profundidades. En los fenómenos de la vegetación, la luz obra, no por su cantidad sino por el número de sus vibraciones y por consiguiente, en la zona alumbrada poco profunda, las algas no enverdecen sino hasta las profundidades no mayores de 30 metros que es hasta donde pueden

llegar los rayos rojos;" mas se observa curioso fenómeno de adaptación, pues estos vegetales secretan un pigmento rojo, la *ficoeritrina*, que transforma los rayos azules en rojos, permitiendo que la función clorofílica se efectúe hasta profundidades vedadas a la porción inferior del espectro; gracias a este pigmento encuéntranse vegetales con clorofila hasta los 200 metros que también marcan el límite extremo de la fauna herbívora dependiente de ellos. En lo que respecta a las Talófitas desprovistas de clorofila debe hacerse una salvedad, pues sus límites son más extensos.

En las profundidades mayores está la zona denominada *afótica* que primero se creyó totalmente deshabitada, pero como los dra-

(Fig. 62.)—Cefalópodo luminoso hallado en las expediciones del Príncipe de Mónaco. A la izquierda está representado, con mayor aumento uno de los órganos fotogenéticos. Figura tomada de la obra de Joubin. (La vie dans les oceans.)

gados, cada vez más profundos, manifestaban la presencia de seres vivos, se creyó que estos seres estarían desprovistos de ojos, puesto que les serían inútiles en un medio privado de luz, no siendo como el razonamiento presuponía, pues estos animales poseen grandes ojos, con extraordinario desarrollo y exquisitas modificaciones.

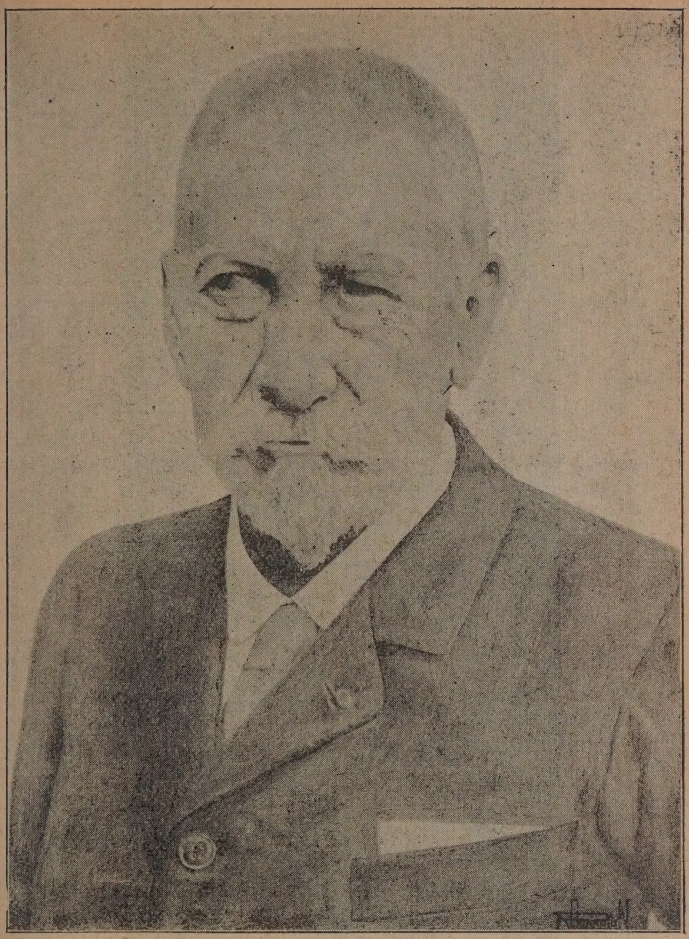
Un eminentísimo sabio, cuya extraordinaria elevación de espíritu, y grandes dotes morales, están al nivel de sus profundos conocimientos, su **Alteza el Príncipe de Mónaco**, ha emprendido la tarea de explorar el fondo de los mares, constituyendo sus enseñanzas una de las más bellas páginas de la ciencia. Gracias a él, principalmente, sabemos que no existe tal zona *afótica* pues los animales de los grandes fondos submarinos son productores de luz.

Este hecho había sido observado por el **Marqués de Folin**, que dice: "Cuan grande fue nuestra sorpresa cuando pudimos retirar de los aparatos de pesca, un gran número de *Gorgonas*, con el porte de un arbusto, que emitían tan vivos destellos luminosos que hacían palidecer los veinte fanales que debían alumbrar nuestras investigaciones y que cesaron de alumbrar, por decirlo así, desde que los pólipos se encontraron en su presencia. Este inesperado fenómeno produjo primero general estupefacción; después llevamos algunos especímenes al laboratorio y apagamos la luz, fué un instante de magia, de todos los puntos de los tallos principales y de las ramas del pólipo, se desprendían haces de rayos luminosos cuyo brillo se atenuaba para reavivarse, pasando del violeta al púrpura, del rojo al anaranjado, del azul a los diferentes tonos del verde y a veces a un rojo comparable al del hierro candente; no obstante, el color dominante es sensiblemente el verde. Todo esto es, con seguridad, más bello que la mejor pieza de fuegos artificiales."

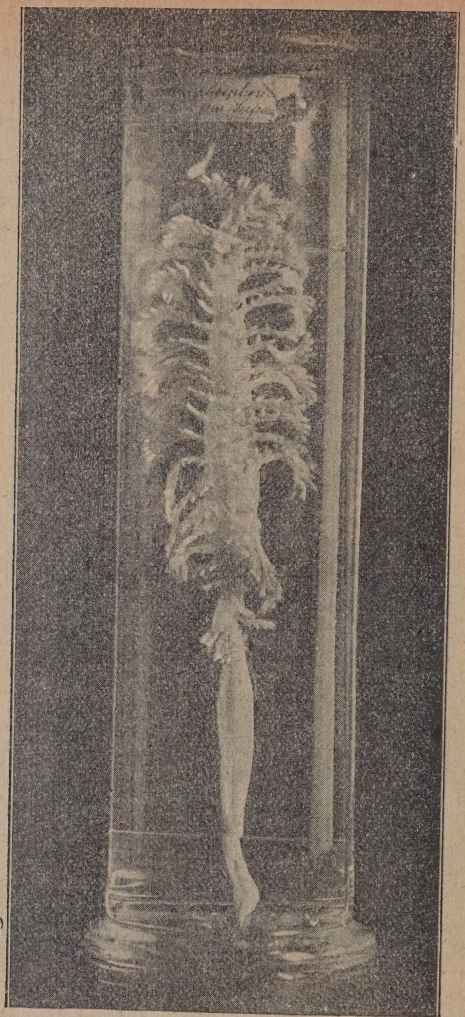
El **Dr. Joubin** cuenta que una tarde, a bordo del navío del **Príncipe de Mónaco**, entre las Azores y las Canarias, pudo admirar un gran cefalópodo que producía una intensa luz azul, verde o roja; "asustado por nuestros esfuerzos para capturarlo extinguió bruscamente sus luces como si hubiera tocado el botón de un conmutador."

El **Profesor Chung** ha podido fotografiar los animales luminosos de los grandes fondos en plena actividad, sirviéndose de su luz para impresionar la placa sensible.

La fosforescencia goza de gran actividad química, como lo



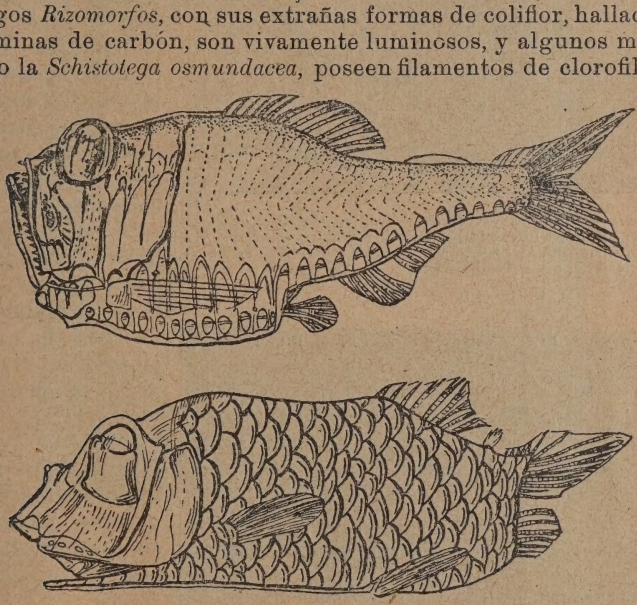
(Fig. 63.)—Su Alteza Alberto Grimaldi, Príncipe de Mónaco.—Ilustre naturalista que ha consagrado su magnífico talento y su cuantiosa fortuna a la exploración de los abismos submarinos, estudiando de preferencia la fauna de estas regiones; sus trabajos sobre esta materia son de un valor inapreciable. Ha hecho también importantes investigaciones de Antropología y de Meteorología.



(Fig. 64.)—Pennatula phosphorea, celentéreo luminoso de las profundidades del Mediterráneo. Fotografía de un ejemplar de las colecciones de la Escuela N. Preparatoria.

demuestra no sólo el hecho anteriormente citado, sino que la luminosidad obtenida por medio de los Cocuyos (*Pyrophorus mexicanus*), basta para afectar el crecimiento de las plantas haciendo que, con fototropismo positivo, se dirijan hacia la fuente luminosa, como se deduce de los experimentos de mis discípulas las señoritas Helia Bravo Hollis y Ana María Reyna. Análogos hechos se han observado con la fosforescencia de las Bacterias.

Se creyó también que en las cavernas obscurísimas podían existir criptógamas que no necesitaban de la luz para vivir, pero las investigaciones de **Thulasne y Maheu**, han demostrado que se observa el mismo fenómeno que en los abismos submarinos: los hongos *Rizomorfos*, con sus extrañas formas de colifior, hallados en las minas de carbón, son vivamente luminosos, y algunos musgos como la *Schistotega osmundacea*, poseen filamentos de clorofila que



(Fig. 65.)—Peces de los grandes fondos submarinos provistos de aparatos luminosos. Figuras tomadas de la obra de Joubin, "La vie dans les oceans."

emiten una luz verdosa, como la de los cocuyos, originando su presencia feéricos resultados en las tinieblas.

La energía eléctrica tiene singular manera de obrar sobre los seres vivos, con los cuales, según afirma **Max Verworn**, no actúa directamente, sino en excepcionales casos, produciendo fenómenos

de excitación o de parálisis según sea su intensidad: cuando se hace pasar una corriente eléctrica constante al través de un músculo, sólo se observan contracciones en el momento en que se cierra la corriente, viniendo después un relajamiento cuando el circuito se interrumpe; la excitación de los haces musculares nace primitivamente en los puntos donde la corriente entra y en donde sale, propagándose secundariamente.

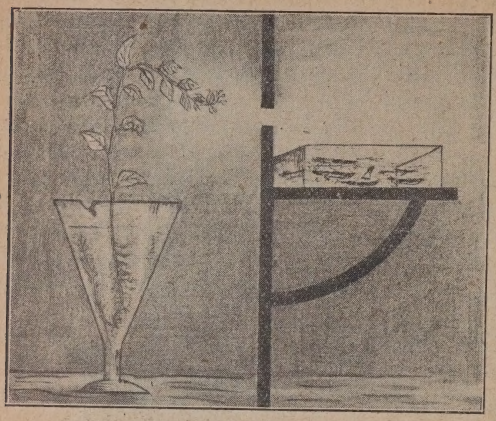
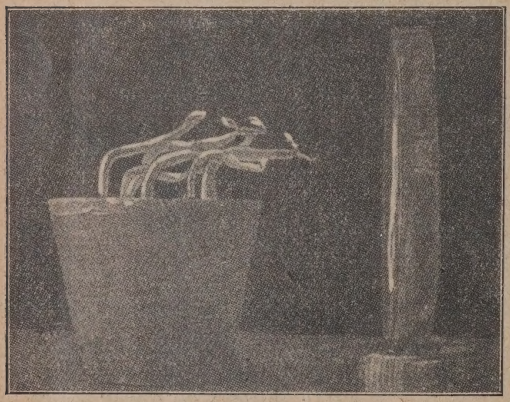


Fig. 66.)—Planta acuática que con fototropismo positivo se dirige hacia la luz emitida por los cocuyos (Pyrophorus mexicanus), encerrados en la caja de cristal. Experiencia de Helia Bravo Hollis y Ana María Reyna.

En los protozoarios y en las células libres, como observó **Kühne** desde 1864, la excitación obedece a leyes particulares: xcitando el *Actinosphaerium* cuyos pseudópodos están implantados en las diversas partes de su superficie esférica, se ve que estos órganos presentan fenómenos de contracción en el sentido en que pasa la corriente, siendo la excitación del ánodo la más enérgica.

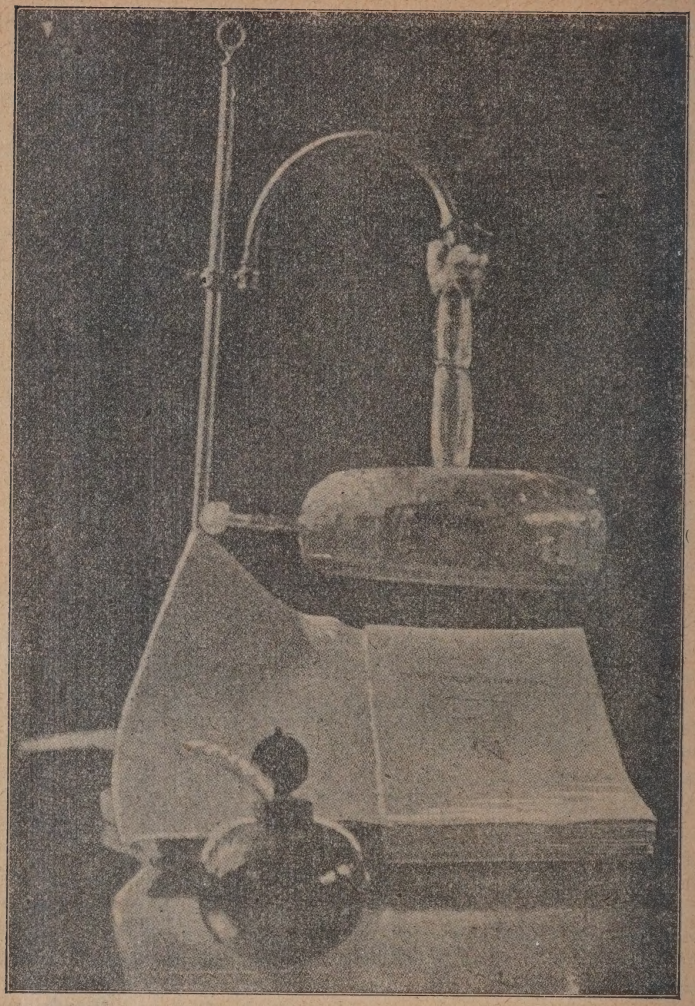


(Fig. 67.)—Brotes de plantas dirigiéndose hacia la luz emitida por un cultivo de bacterias fosforescentes. Figura tomada de la revista alemana Mikrokosmos.

Un fenómeno análogo se observa en los leucocitos y en las amibas cuyos pseudópodos se contraen, afectando entonces estas celdillas una forma esférica. Si se hace pasar una corriente al través de una porción del esófago de la rana, que como se sabe, está provisto de un epitelio vibrátil, el movimiento de las pestañas se acelera, aumentando la intensidad y amplitud de las vibraciones al cerrarse la corriente. Si el excitante es muy enér-

(Fig. 68.)—Microfotografía del cultivo de una bacteriácea fosforescente. Sembrando el Bacterium phosphoreum o la Pseudomona lucifera en un matraz, revestido interiormente de una capa de gelatina, se puede obtener una verdadera lámpara que permiten al ojo, un poco acostumbrado a la obscuridad, ver la hora en un reloj o los gruesos caracteres de imprenta.

gico, como **Engelman** lo observó en el epitelio branquial de los moluscos utilizando fuerte corriente inducida, las pestañas vibrátiles quedan rígidas, se encorvan en la dirección en que se mueven, cesa su actividad y permanecen inflexibles, conservando este estado, tanto más tiempo cuanto el excitante ha sido más enérgico. Análogas observaciones han sido hechas por **Kraft** en los epitelios vibrátiles de los vertebrados. **Löeb** ha observado que



(Fig. 69.) –Cultivo de bacterias luminosas del profesor Dubois.

sometido nuestro Ajolote a las mismas condiciones, pueden excitarse experimentalmente las glándulas mucosas de la piel obligándolas a secretar.

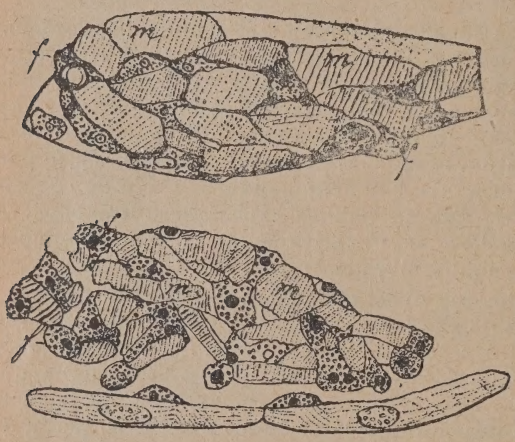
La sensitiva (*Mimosa pudica*), sometida a la acción de las corrientes de inducción cuando presenta sus ramas con las foliolas extendidas, las abate y repliega sus delicadas hojuelas, exactamente como si se hiciera obrar sobre ella un excitante mecánico.

Vivamente ha impresionado la imaginación de todos los observadores la acción directriz que las excitaciones desiguales imprimen a los seres vivos, conociéndose esas acciones con el nombre general de tropismos o tactismos. Nos referimos aquí a los más importantes:

Quimiotactismo. Consiste el quimiotactismo en la propiedad que poseen los organismos de moverse activamente dirigiéndose hacia la fuente de excitación cuando ésta obra de un solo lado. Puede este fenómeno ser positivo o negativo: en el primer caso los seres afectados son atraídos hacia el punto de partida de la excitación, y en el segundo son, por el contrario, repelidos, dependiendo una u otra forma de este fenómeno del grado de concentración del excitante, que en débiles cantidades obra positivamente y en más elevadas dósis, negativamente, causando la muerte si la concentración es muy elevada.

Una de las primeras observaciones que sirvieron de base a estos estudios fue la de **Pfeffer** que **Max Verworn** describe así: "llenó un tubito capilar, cerrado en un extremo con una solución de ácido málico al 0.05 % y lo colocó en una gota de agua que contenía gran número de anterozoides de helecho, de manera que el ácido málico saliendo por la cerradura del tubo podía difundirse gradualmente en la gota y determinar una excitación con efectos unilaterales. La observación microscópica demostró que los anterozoides principiaron desde luego a dirigirse hacia el orificio del tubo y penetraron en su interior; al cabo de media hora 60 anterozoides se hallaban dentro del capilar y 5 minutos después encontrábanse cerca de 600; después de 12 minutos, experimentando sobre 24 anterozoides, penetraron casi todos al capilar a excepción de uno que permaneció inmóvil afuera. El ácido málico ejerce pues una gran acción atractiva sobre los anterozoides de los helechos que permanecen indiferentes ante otras muchas substancias cuya acción quimiotáctica ensayó **Pfeffer**. El excitante, en tales casos, obra como una substancia reclamo que atrae

a los microorganismos y a las células libres como se ha visto en los casos de reabsorción de ciertos órganos tales como la cola y las branquias de los ranacuajos durante el fenómeno de la metamorfosis de estos batracios. **Kowalewsky**, que tan bien ha estudiado la metamorfosis de las moscas, ha visto que los antiguos órganos larvarios, inútiles para el nuevo modo de vida, degeneran rápidamente y los productos de estos cambios ejercen una acción quimiotáctica positiva sobre legiones de leucocitos que van a los órganos degenerados y devoran las masas en descomposición acelerando así la eliminación de los materiales no solamente inútiles, sino perjudiciales para la vida. El ilustre sabio ruso **Metchnicoff** estudiando las larvas de las esponjas, de las estrellas de mar y de otros animales transparentes, pudo con la penetrante mirada del genio, apreciar la gran trascendencia y el profundo interés de estos fenómenos. Si un microbio ataca al organismo debe precisamente secretar materias de excreción que obran como enérgicos excitantes quimiotácticos que atraen a los leucocitos, los que pronto engloban y procuran digerir al germen extraño. **Massart** practicó el siguiente experimento, que en su esencia es en todo análogo al de **Pfeffer**: preparó un tubo capilar en el que introdujo un cultivo de una de las Cocáceas productoras del pus, el *Staphylococus pyogenus–albus* cerró una de sus extremidades con la lámpara y llevó el tubito a la cavidad peritoneal de un conejo dejándolo allí diez o doce horas al cabo de las cuales, la observación microscópica demostró que habían acudido tan innúmera cantidad de leucocitos que llegaron a formar un tapón



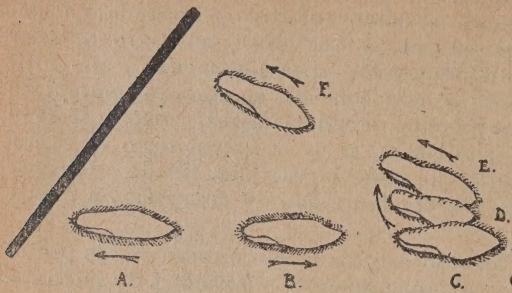
(Fig. 70.)—Músculos de las larvas de mosca (m) destruídos por los fagocitos (f) según Kowalewsky. Figura tomada de la Fisiología de M. Verworn.

que obstruía la boca del tubo; la afluencia de leucocitos no se debe a la solución nutritiva, pues el mismo **Massart,** colocando en un tubo separado el caldo nutritivo y llevándolo al peritoneo, en condiciones del todo comparables, no logró obtener la misma acumulación de leucocitos. Los fenómenos a que últimamente hemos aludido se conocen con el nombre general de *fagocitosis* y fundamentalmente deben referirse, como lo hace el eminente **Turró,** a la asimilación, pues el leucocito, o la célula fagocitaria, a expensas de la materia extraña, tiende a fabricar la propia para poder conservar la unidad de composición que le es inherente.

La *fugirreacción* ha sido estudiada con esmero en los protozoarios ciliados, muy especialmente en la *Paramaecia.* Su mecanismo consiste en el retroceso brusco que experimenta el protozoario, en presencia de un excitante que puede ser de naturaleza física o química. Su estudio es de gran interés, porque al través de él podemos darnos cuenta de la manera como responden a la acción de los excitantes, los más sencillos de los seres vivos; punto de donde tendremos que partir para acercarnos al conocimiento y explicación de los complicados fenómenos que ocurren en los seres superiores.

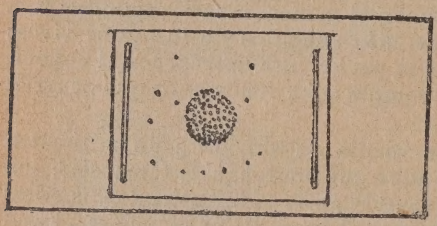
Cuando colocamos una varilla de vidrio de un milímetro de espesor, en una gota de agua que contenga Paramaecias, los protozoarios que nadan libremente en la gota batiendo sus cilios como remos de una embarcación, al tocar de una manera casual la varilla, retroceden instantáneamente (*fugirreacción*) batiendo sus cilios en la dirección opuesta para avanzar de nuevo hacia adelante, pero siguiendo una línea más oblicua con relación a la primera, y de este modo, repitiendo sucesivamente sus movimientos, es como el infusorio puede esquivar el obstáculo y seguir su marcha tranquilamente por la masa líquida. Si se pone en la preparación una gota de ácido clorhídrico muy diluído, observaremos que todas las Paramaecias después de algunos minutos se han aglomerado dentro de la gota acidulada, donde se mueven rápidamente sin que puedan salir de ella porque al acercarse a los bordes, sufren la fugirreacción. Si en lugar de ácido clorhídrico ponemos una solución al $\frac{1}{2}$ % de cloruro de sodio, notaremos que las Paramaecias no pueden éntrar en ella, pues al llegar a la frontera de la gota experimentan la fugirreacción, de un modo análogo se lleva a cabo el fenómeno cuando se colocan estos ciliados

en la solución a que nos referimos y se pone en el preparado una gota más concentrada de la misma substancia.

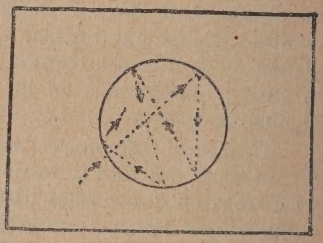


(Fig. 71.)—Fugirreacción de Paramaecium según Fernández Galiano.

Por lo general, se observa la fugirreacción cuando pasan los infusorios de una solución débil a otra más concentrada. En los experimentos en que intervienen como el calor, la luz, la electricidad, la gravedad, etc., los fenómenos que se efectúan obedecen a idénticos mecanismos.



(Fig. 72.)—Químiotaxis positiva del Paramaecium, según F. Galiano.

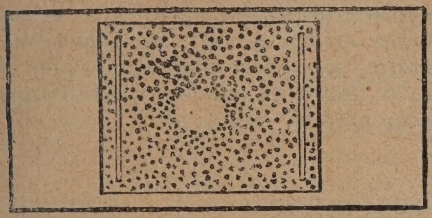


(Fig. 73.)—Trayecto recorrido por un individuo de Paramaecium en el interior de una gota débilmente ácida, de la cual no puede salir, según F. Galiano.

Barotropismo. El protoplasma es extraordinariamente sensible a las más débiles manifestaciones de presión que son capaces, cuando obran unilateralmente, de producir como otros excitantes, verdaderos tropismos.

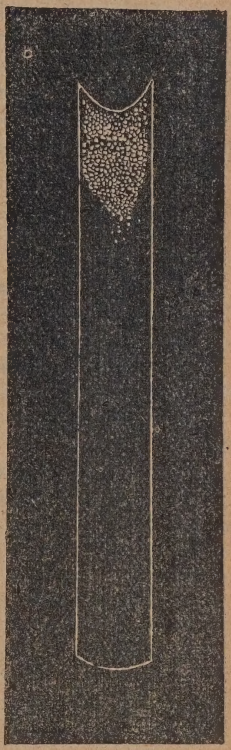
Cuando obran contactos más o menos enérgicos entre la materia viva y los cuerpos sólidos, reciben estos tropismos el nombre peculiar de Thigmotropismos observándose en multitud de seres, y peculiarmente en los protozoarios en donde originan la fugirreacción que ya hemos descrito; en las amibas y en los leucocitos se produce una contracción inmediata de sus apéndices, y **M. Verworn** describe en un Rizópodo de agua dulce, la Syphoderia, notables fenómenos de Thigmotropismo observables en

sus largos pseudópodos. En los cursos de Botánica se han explicado seguramente los tropismos de las plantas trepadoras que, como el manto de la Virgen y otras muchas, se enredan en una dirección constante sobre un soporte. Estos fenómenos deben referirse también al grupo de los Thigmotropismos.



(Fig. 74.)-Quimiotaxis negativa de Paramaecium, según F. Galiano.

Interesante manifestación de la propiedad que tienen algunos organismos de nadar en sentido inverso al de la corriente de agua puede observarse en los espermatozoides humanos a los que sirve la corriente descendente del líquido mucoso que se dirige hacia el exterior, gracias pues a su retropismo pueden remontar los oviductos y llegar hasta las trompas. Estos fenómenos pueden disociarse experimentalmente de las acciones quimiotácticas, pues haciendo que en una laminilla portaobjetos que contenga espermatozoides en un líquido salino indiferente, se produzcan corrientes en tal o cual sentido, se ve que los espermatozoides nadan en dirección opuesta.



(Fig. 75.)—Esquema que muestra el Geotropismo negativo de las Paramaecias.

Denomínase *Geotropismo* a la propiedad que poseen algunos organismos de orientar su eje mayor en dirección al centro de la tierra, siendo la causa eficiente de estos fenómenos las pequeñas diferencias de presión que existen a diferentes alturas. El *Geotropismo* puede ser positivo o negativo: el primer caso puede ejemplificarse con las raíces de la mayoría de plantas que crecen en

sentido inverso al tallo, dirigiéndose hacia el centro de la tierra; el segundo con las *Paramaecias* que colocadas en un tubo de vidrio lleno de agua se dirigen y acumulan en la parte superior en virtud de su geotaxia negativa.

Análogos fenómenos se observan con otros excitantes como el fototropismo originado por la acción de la luz y al que ya nos hemos referido, el termotropismo originado por el calor, el galvanotropismo por las corrientes eléctricas, etc.; en imposibilidad de tratar en un curso sintético tan breve como éste, todos estos fenómenos, nos remitimos a la literatura citada y a la bibliografía para las personas que deseen ampliar este punto.

BIBLIOGRAFIA

1. — **Max Verworn.** — Physiologie Générale. Trad. por **E. Hédon.** 2ª Ed.

2. — **Joubin.** — "La Vie dans les Oceans."

3. — **E. Fernández Galiano.** — "Morfología y Biología de los Protozoos." 1921.

4. — **Besredka.** — Histoire d'une idée. L'Ouvre de **Metchnicoff.**"

5. — **Oscar Hertwig.** — "Allgemeine Biologie."

6. — **Henry Fairfield Osborn.** — L'origine et l'evolution de la vie.

LECCION XI

La Herencia

Los seres vivos se continúan al través del tiempo por medio de las células sexuales, partes inherentes de ellos, el espermatozoide y el óvulo; elementos incompletos, de vida efímera, que completándose recíprocamente integran un huevo, de ninguna manera neoformado sino producto sintético de la unión de la substancia viva de los progenitores. (1)

Nada extraño es que el nuevo ser tenga las cualidades de aquellos a cuyas expensas se ha formado, pero como la materia viva es exquisitamente sensible a la acción de las fuerzas que sobre ella actúan, también resulta explicable que el producto varíe más o menos, de acuerdo con el medio en que se integra y evoluciona.

Podemos ensayar definir la *Herencia* considerándola como *la ley biológica según la cual los seres vivos se continúan en sus descendientes, conservando, con más o menos variaciones sus propiedades.*

Todos los caracteres raciales son hereditarios, pues precisamente la raza se integra como tal, por la fijación de las variaciones al través del tiempo, por medio de la *Herencia.* Esta continuación de los caracteres que las modificaciones intrínsecas o extrínsecas han originado es perfectamente conocida y diariamente utilizada, con seguros resultados, por los criadores de plantas y de animales; sólo en algunas academias doctas y arcaicas, se discute aun este punto.

En cuanto a los caracteres individuales, algunos son transmisibles y otros no. Entre los primeros deben contarse los si-

(1)—Dice Le Dantec "el individuo es el resultado de dos factores: la herencia y la educación.

La herencia es la naturaleza de su substancia personal, el conjunto de propiedades del huevo de donde proviene. La educación es el conjunto de circunstancias extrínsecas al través de las cuales se ha proseguido el desarrollo del individuo."

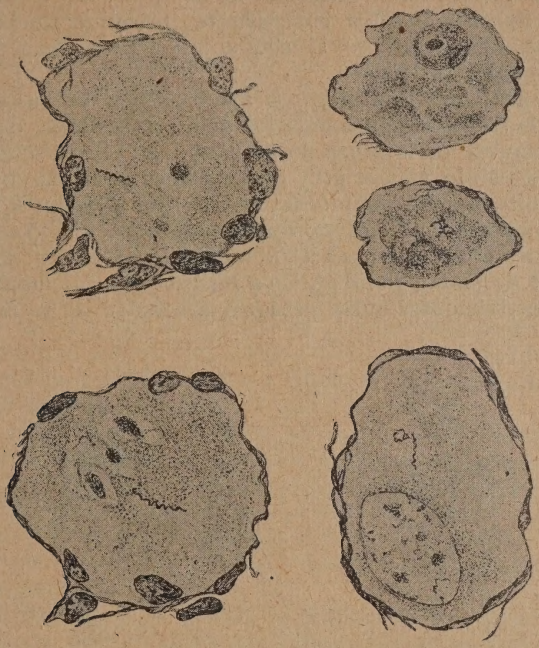
(Traité de Biologié, pág. 269.)

guientes: *la talla*, con variaciones continuas dispuestas por grados de manera que forman una curva regular en torno de la cifra media (curva en campana). *El color del pelo*, el de los *ojos*, o lo que es lo mismo, la facultad de producir cromatóforos con idéntica suerte de pigmento y análoga disposición estructural, siendo particularmente notable la herencia de ciertas peculiaridades como la de tal o cual lunar en determinado sitio, la de lunares de cabello canoso, etc. Los rasgos fisonómicos forman algo tan típico que bastan para caracterizar a las familias como se ve, por ejemplo, en el desproporcionado belfo de los *Hapsburgos* o en la nariz de los *Borbones*. En cuanto a los caracteres fisiológicos, pueden señalarse como transmisibles la tendencia a la obesidad, el timbre de la voz, la longevidad o, por el contrario, la tendencia a una vida corta como el célebre caso de **Turgot**, que a los 53 años y en perfecta salud, ordenó sus asuntos y se dispuso a morir basándose únicamente en la edad que habían alcanzado sus antepasados; la calvicie precoz y la canicie también se transmiten manifestándose en análogas épocas de la vida. Los caracteres psicológicos son también, en gran número, transmisibles, y en términos generales puede afirmarse que si no obran circunstancias que modifiquen profundamente al ser, se heredan los gestos, las costumbres, la tendencia a la cólera, las propensiones a la lujuria y al orgullo, el carácter ambicioso, etc. En cuanto a los *tics* es muy notable el caso citado por **Darwin** de una niñita de padres ingleses que levantaba los hombros como su abuelo francés, a quien nunca conoció, no habiendo tenido ocasión de haber imitado este *tic* de sus padres, pues los ingleses lo consideran como una manifestación de incultura y no lo practican.

Multitud de caracteres patológicos son transmitidos hereditariamente; la manera como se continúan de los padres a los hijos estuvo durante mucho tiempo rodeada de impenetrable misterio, pero la *Microbiología* ha sido una de las ciencias que primero ha iniciado la dilucidación de este problema, pues v. g., en la sífilis se ha podido comprobar la presencia del agente patógeno, el *Treponema de* **Schaudin**, en el óvulo humano, de manera que no el padre, sino la madre, es la vía transmisora del germen que parasita al huevo. Célebres son los experimentos que efectuó **Brown Sequard** cortando el nervio ciático del Cuy, que gracias a esta operación adquirió la epilepsia transmisible por medio de las perturbaciones funcionales que originó el traumatismo.

En otros casos las modificaciones de la nutrición, inherentes

al artritismo, por ejemplo, se transmiten exagerándose en los descendientes, pues obran sobre células dúctiles a los agentes tóxicos que quizá en edad adulta serían rechazados; análoga impresio-



(Fig. 76.)—Treponemas en el óvulo humano (heredo-sífilis), según Levaditi y Roché.

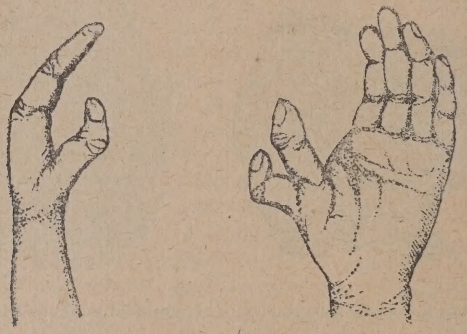
nabilidad celular se ve en los hijos de los alcohólicos que por la intoxicación crónica de sus progenitores presentan numerosos estigmas de degeneración que van desde la disminución de la estatura y el sistema piloso rudimentario, hasta las asimetrías patológicas cerebrales, la porencefalía, la hidrocefalía y los más graves padecimientos nerviosos.

Por la acción también del envenenamiento se explica la nefasta herencia de los afectados de saturnismo, de los morfinómanos, de los tuberculosos y de millares de casos semejantes de que están llenas las obras de Patología.

Las enfermedades del sistema nervioso, en razón misma de

su complicación y de su obscuridad, han sido elegidas por ciertas personas agudas para amontonar excepciones o para negar la transmisión de los caractéres patológicos, pero los estudios de **Herón** en el laboratorio Eugénico de Londres, sobre 331 familias, seguidos durante 30 años, nos permiten presumir fundadamente, que la herencia de las *psicosis* está sujeta a las mismas leyes que la de los caracteres físicos.

Los caracteres teratológicos son también hereditarios, por ejemplo, la *sindactilia* en donde los dedos se sueldan dando a la mano el aspecto de la pinza de un cangrejo; la *polidactilia* es también transmisible, siendo muy curioso el caso citado por **Lucas** de los habitantes del pueblo del *Eycaux* que poseían 6 dedos, en su gran mayoría, habiéndose fijado este carácter gracias a los matrimonios entre personas de la misma localidad, y disminuído el número de manos polidáctilas a medida que fue menor la cantidad de matrimonios entre personas afectadas de la misma deformidad.



(Fig. 77.)—Mano sindáctila, en pinza de cangrejo y mano polidáctila.

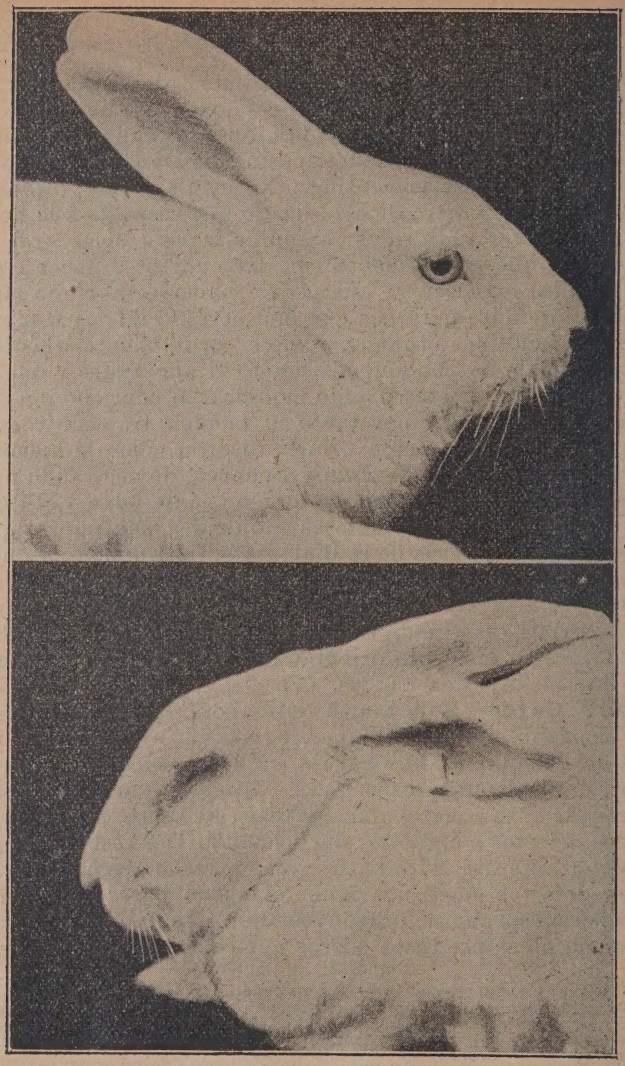
Denomínanse caracteres latentes a los que no se manifiestan en los individuos, pero que potencialmente existen en ellos y pueden ser transmitidos; para fijar este concepto citaremos el caso de los toros de las buenas razas productoras de leche que transmiten, seguramente, este carácter a sus descendientes.

CARACTERES ADQUIRIDOS

Los fenómenos de la herencia comenzados a estudiar con la falta absoluta de método, con observaciones extraordinariamente imperfectas y aisladas, sólo condujeron a la reunión de pintorescos hechos, de carácter anecdótico, sin concatenación sólida capaz de integrar una doctrina científica. No nos llama por tanto la atención la singular manera de estudiar lo que respecta a la herencia de los caracteres adquiridos: amputar la cola o las orejas a un perro y ver que comúnmente sus descendientes nacen sin tales mutilaciones, experiencia que podría haberse ahorrado mirando que los hijos de las personas que han perdido tal o cual miembro, nacen con todos sus órganos; someter brutalmente a las plantas o a los animales a condiciones del todo anormales y demostrar que perecen sin haberse podido modificar al capricho del experimentador torpe y que por tanto no pueden transmitir caracteres que no han adquirido, o bien, disertar como lo hicieron los ilustres teorizantes **Weismann** y **Spencer**, demostrando por medio del razonamiento, el primero que no se heredan y el segundo que sí se heredan los caracteres adquiridos, son puntos que corresponden a la historia de la Biología y que en modo alguno reflejan los conceptos actuales acerca de tales asuntos que tienden a esclarecerse más por la observación y por la experiencia que por el principio de autoridad. Vamos a exponer algunos de los hechos que en nuestro concepto orientan debidamente la cuestión y suministran mejores enseñanzas. (1)

M. F. Guyer y **E. A. Smith**, del Laboratorio de la Universidad de **Wisconsin**, pudieron obtener, inyectando a una gallina preparados del cristalino de un conejo, un suero sensibilizado, rico en materias disolventes específicas (*lisinas*), para el cristalino. Inyectando a las conejas embarazadas este suero, presentaron sus hijuelos defectos congénitos del cristalino que resultaba opaco o completamente fluidificado, originando, secundariamente, otros graves defectos en el ojo. Este fenómeno parece ser debido a substancias específicas, pues inyectando a la gallina otros tejidos del conejo no se producen sueros que contengan substancias ca-

(1) «Ciertas mutilaciones acompañadas de supuración, practicadas en una mujer grávida pueden transmitirse al feto; este hecho parece probar que existen en el organismo factores de equilibrio y de armonía orgánica extremadamente complexos. Ciertos perros de cola corta, según mi opinión, deben este carácter a la mutilación de la cola de sus progenitores y no a mutaciones.»
Lois Verlaine. Annales et Bulletin de la Soc. Roy de Sciences Medicales et Nat de Bruxelles, 1922, p. 48.



(Fig. 78)

paces de modificar el ojo; los defectos provocados por estos experimentos pueden ser transmitidos a las generaciones sucesivas, habiendo podido **Guyer** y **Smith** continuarlos hasta la sexta generación. El cruzamiento de hembras normales con machos defectuosos y la continuación de los defectos oculares en su progenie, permiten afirmar que se trata claramente de un caso de herencia producida por la acción de factores extrínsecos transmisibles por las células sexuales masculinas y teniendo la particularidad de que no solamente no se atenúan sino que se acumulan en las generaciones subsiguientes hasta llegar a hacer que prácticamente el ojo desaparezca como se ve en las figuras tomadas del trabajo original a que nos hemos referido.

La enfermedad del sueño es causada por un Protozoario flagelado, el *Trypanosoma*, que multiplicándose con portentosa actividad invade la sangre originando gravísimos trastornos: desde el año de 1906 viénese empleando para curar este padecimiento el *Atoxyl*, conforme lo aconsejó **R. Koch**, utilizándolo en dosis repetidas de 50 centigramos; desde la vigésima hora después de la inyección, los *Trypanosomas* desaparecen de la sangre y de los ganglios invadidos y prolongando oportunamente este tratamiento se llega a obtener una curación radical; pero si la dosis empleada, bien sea de *Atoxyl* puro o combinado con la *emetina* o con otros medicamentos, es insuficiente y si se suministra con cierta constancia, los protozoarios de que tratamos se acostumbran a la substancia tóxica y constituyen una raza resistente que conserva este carácter adquirido a través de centenares de generaciones y dificultan extraordinariamente el tratamiento de las recaídas.

Experimentalmente se han podido obtener razas de *Trypanosomas* resistentes al *rojo de tripano*, a los colores de la *benzidina* o a la *emetina*, y estas razas conservan hereditariamente por muchísimos *pasajes*, sus caracteres adquiridos.

Estos conocimientos han permitido el tratamiento científico de las *trypanosomiasis*, pues como la resistencia del parásito es específica, las razas que soportan una substancia medicamentosa, son sensibles a la acción de los otros preparados medicinales que, empleados entonces en dosis apropiadas, curan la enfermedad.

Ehrlich pudo observar que tanto la *ricina* como la *abrina*, aún en dosis muy pequeñas son extraordinariamente venenosas para los ratones: si se mezclan a sus alimentos, originan una violenta inflamación del tubo digestivo que causa la muerte; pero si en vez de hacer ingerir dosis que no pueden soportar se suminis-

tran estas substancias en cantidades mínimas y de una manera continuada, se va adaptando el organismo haciéndose capaz de soportar dosis cada vez más grandes; de modo que acaba por llegar a ser inmune a estos venenos y soportar cantidades tan elevadas que causarían inmediatamente la muerte de ratones no inmunizados. No solamente el tubo digestivo es el que ha adquirido este carácter sino que todo el cuerpo está inmunizado como puede comprobarse inyectando subcutáneamente el veneno, no sólo en la dosis de 1/1000 a 1/500 y en ciertos casos, 1/250. Tratando la conjuntiva del ojo de las ratas por una solución de *ricina* o de *abrina* al 1%, se produce una aguda conjuntivitis que acaba por originar la pérdida del ojo; al contrario, en los ratones que durante cierto tiempo han absorbido en sus alimentos pequeñas cantidades de *risina*, la conjuntiva soporta sin inconveniente apreciable hasta soluciones al 10 % adquiriendo, como dice **Ehrlich**. *"una inmunidad local absoluta."* Esta inmunidad puede ser transmitida a los descendientes por intermedio del óvulo, pues cruzando hembras inmunizadas con machos normales los descendientes, seis a ocho semanas después del nacimiento, están sin excepción inmunizados.

Estos casos tan elocuentes y probatorios, cuyos resultados son concordantes, nos permiten afirmar que, aunque desconocemos exactamente su determinismo, son en gran número de ocasiones, *hereditarios los caracteres adquiridos.*

BIBLIOGRAFIA

1.—**Stockard, Charles R.** 1909.—The artificial production of cyclopion monsters jour. Exp. Zoöl., vol. 6.

1914.—The artificial production of eye abnormalities in the chick embryo, Anat. Rec. vol. 8.

2.—**Guyer M. F.** and **Smith E. A.** 1918.—Studies on cytolysin I Some prenatal effects of lens antibodies jour. Exp. Zool. vol. 261.

3.—**Guyer M. F.** and **Smith E. A.** II. Transmission of induced eye defects. jour. Exp. Zoöl. vol. 31. 1920 p. 171.

4.—Blaringhem. Les problémes de l'Hérédité experimentale.

5.—Edwin Grant Conklin l'Hérédité et le Milieu. Trad. francesa del Dr. Herlandt.

FASCÍCULO IV

LECCIONES DE BIOLOGIA

LECCION XII

Transmisión de los caracteres en la reproducción asexual y en la sexual. Híbridos y mestizos. Telegonia. Xenia.

TRANSMISIÓN DE LOS CARACTERES EN LA REPRODUCCIÓN ASEXUAL

La multiplicación por *división* tiende únicamente a propagar la especie, y como se ve en los protozoarios y plantas inferiores, los productos de las biparticiones sucesivas conservan sus caracteres hasta en sus más finos detalles con notable uniformidad.

En los casos de *gemación*, o multiplicación por yemas, obsérvase análoga constancia de caracteres, hecho bien conocido de los horticultores y floricultores que propagando sus plantas por yemas, estacas o injertos, guardan indefinidamente los caracteres de las flores o de los frutos que han llegado a obtener por la selección y los cruzamientos hábilmente encauzados. Con respecto a la *esporulación*, como el esporo es comparable a un botón o a una yema, explícase que al continuar viviendo separado del animal o de la planta de donde proviene, continúe con sus mismos caracteres al reanudar sus actividades vitales en otro medio, sin que sea óbice el ciclo de la generación alternante que ya hemos descrito, puesto que de una a otra producción de esporas, se desarrolla la misma serie de partes vegetativas. Refiriéndonos a la herencia, encontramos muy acertada la comparación del óvulo partenogenético a un esporo que mantiene la totalidad de caracteres heredados de sus padres, conduciéndose a este respecto, de una manera análoga; **Delage** hace notar oportunamente, que el hecho de que los individuos que provienen de óvulos vírgenes sean de uno o de otro sexo no debe tomarse en cuenta, pues el sexo no es hereditario y proviene, en muchos casos, de las condiciones del medio en que se integra el producto.

Hemos insistido varias veces en que el nuevo ser proviene normalmente, de las células sexuales de sus progenitores, lo que explica el parecido más o menos acentuado que todos tenemos con nuestros padres, pero como éstos provienen de otros ancestros, podría presumirse que los caracteres cada vez más alejados se acumulan indefinidamente si no tuviéramos en cuenta que durante el fenómeno de la reducción cromática, ya estudiada, se expulsan los glóbulos polares (*plasmas ancestrales* como los denomina **Weismann**), que eliminan de una manera aparentemente azarosa los más antiguos caracteres.

Varios autores se inclinan a considerar dos especies de herencia: la directa, por la cual los hijos se parecerían a los padres y las hijas a las madres, y la herencia cruzada en donde el parecido sería inverso aduciendo argumentos que prueban una y otra tesis; mas precisamente, esta doble comprobación demuestra la ausencia de toda ley que rija ese parecido general, y como dice **Delage**: "todo es posible desde una gran diferencia hasta casi la identidad, pasando por todos los grados intermedios de mezcla de caracteres y combinación de semejanzas".

En otra lección hemos explicado lo que son los *caracteres latentes;* recordaremos aquí que en ciertas condiciones se vuelven visibles originando un parecido con tíos, sobrinos, etc., explicable por la transmisión de los caracteres de un ancestro común, ocultos en los progenitores. De igual manera puede interpretarse el mal llamado *atavismo de familia*, que consiste en el hecho muy común, de heredar el parecido con el abuelo.

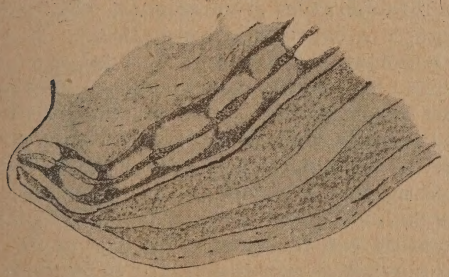
El verdadero atavismo o atavismo de raza, consiste en que cuando se obtiene una raza nueva, cierto número de individuos tienden a regresar a las formas originarias. Son notables los casos denominados *salto atrás*, claramente perceptibles en los siguientes ejemplos de **Ribot**: «Cuenta Plutarco que una mujer griega dio a luz un niño negro; fue llamada a justicia por adulterio, y se halló que descendía en cuarta línea de un etíope»....

«Dos esclavos negros de una misma región de Virginia (E. U. A.) se casaron. La mujer dio a luz una niña enteramente blanca; viendo el color de su hija se aterrorizó, pues no había tenido jamás relaciones con un blanco. Esforzóse en ocultarla e hizo apagar la luz para que no pudiera verse. El padre llegó que-

jándose de la inusitada obscuridad y pidiendo ver a su hija. El terror de la madre creció cuando vio a su marido aproximar la luz; pero desde que vió a su hija pareció encantado. Pocos días después la dijo: has tenido temor de mí, porque nuestra hija fué blanca, pero mi padre fué blanco, aunque mi abuelo y mi abuela fueron tan negros como tú y yo. No obstante que venimos de un país, en donde jamás se ha visto gente blanca, hay siempre un niño blanco en todas las familias que se alían con nosotros.

Esta hija fue vendida a la edad de quince años al almirante Ward y conducida a Londres para ser mostrada a la «Royal Society».

El *atavismo teratológico* consiste en la suspensión o desviación del desarrollo de ciertos órganos, produciendo en tales casos verdaderos monstruos que presentan en una forma permanente, estados que, por lo común, son transitorios durante la *ontogenesis*. La *Teratología*, que con tanto trabajo ha salido del cúmulo de supersticiones y prejuicios que la aniquilaban e impedían su desarrollo, ha quedado por fin incorporada a las Ciencias Naturales y aclara muchos importantes asuntos relativos a la herencia, desde que se sabe que las monstruosidades no son *juegos de la naturaleza*, sino que obedecen a las leyes generales que rigen el desarrollo de los seres vivos. Así por ejemplo, **Ecker, His** y otros sabios (1) demuestran que el embrión humano de 8 a 15 mm. posee una verdadera cola provista (2) de 38 vértebras, (3) que poco a poco es reabsorbida llegando a desaparecer en las razas superiores, aunque según **Bartels, Ecker, Wirchow**, etc., etc. (4) persiste más



(Fig. 79.) Porción caudal de un embrión humano en donde se ven claramente las vértebras que después se atrofian.

(1) Icones physiologicoe Leipzing, 1859, et Besizt der menschliche Embryo einen Schwanz, Arch, F. Anat und Entwickelungsgeschichte, 1880, et His Anatomie menschlicher Embryonen, et Ueber den Schwanztheil des menschlichen Embryo, Arch. f. Anat. und Entwickelungsg 1880.

(2) En los embriones de 8 a 9 mm.

(3) Según Fol, Cempt. rend. Acad. d. Sc. 1885 y C. Phisalix. Acad. des Scs. 14. 1889.

(4) Bartels Ubüer Menschenswänze Arch. für anthropologie XII et XV y **Ecker** ibid XII et XIII y Wirchow, Berliner Kiln. Wochenschrift 1884, etc., etc.

o menos modificada en ciertos pueblos. Cuando este apéndice no se atrofia, reproduce el tipo ancestral, que es inexplicable si no se admite nuestro parentesco con los animales caudados.

Algunos caballos monstruosos poseen miembros con más de un dedo, hecho comprensible si se recuerdan los trabajos tan hábilmente sintetizados por **Morris K. Jesup** del Museo de Historia Natural de New York, que establecen claramente que el caballo desciende de un ancestro polidigitado. A veces se han visto mujeres con más de dos mamas, lo que debe explicarse por la existencia de hembras polimastas.

Entre los vegetales es un importante ejemplo la *peloria* de las escrofulariáceas y de otras plantas, que poseyendo corolas irregulares suelen presentar flores con corolas regulares, de cinco pétalos, como las de los ancestros de donde se derivan.

Las uniones consanguíneas deben estudiarse, particularmente si se tienen en cuenta los muchos prejuicios que acerca de ellas existen, suponiéndolas fuentes de descaecimiento y de esterilidad de las especies. Llama desde luego la atención que en aquellos grados en que la consanguinidad es absoluta, como en los individuos verdaderamente hermafroditas, no se observa tal degeneración sino que, las *Taenias* y las *Cymbulias*, como ya hemos explicado, no tienen otro modo de reproducirse y se han conservado perfectamente a través de innumerables generaciones. En varias plantas sucede cosa análoga, v. g. en el frijol, el garbanzo, la alfalfa, la cebada, etc., que soportan indefinidamente y tal vez con ventaja, la auto-fecundación. En los animales sociales, como las abejas, en donde la colonia desciende del único macho que durante el vuelo nupcial fecundó a la abeja madre, las uniones más o menos consanguíneas son la regla y no se observan casos fisiológicos de degeneración, notándose lo mismo en los ganados en donde, por lo escaso y dispendioso de los progenitores selectos, las hembras de la misma familia son fecundadas regularmente y sin inconveniente, durante muchas generaciones, por el fundador de la descendencia.

En la especie humana se ha culpado a la consanguinidad de originar descendientes sordos, mudos, epilépticos, escrofulosos y con otras muchas degeneraciones que en nuestro concepto reconocen otro origen.

Es muy probable que cierta tara patológica sea común a todos los miembros de una familia, que pueden heredar, por tanto,

el artritismo u otros caracteres adversos, siendo entonces perfectamente explicable que si la unión se efectúa entre individuos que adolecen del mismo defecto, la progenie lo herede acumulado por la adición del que poseen los padres; igual fenómeno se observará en los matrimonios de personas que tengan el mismo defecto sean o no sean parientes. Otras razones de índole social y moral son las que justamente determinan la aversión que se tiene a los matrimonios entre parientes próximos, siendo por otro lado innegable, que la anfimixía entre individuos no ligados por lazos de parentesco atenúa de notable manera los defectos; conviene, por tanto, a la *eugenesia*, favorecer esta suerte de uniones.

Del estudio de las uniones entre seres cercanos pasaremos al de los cruzamientos entre individuos de diversas razas, pero de una misma especie, y a los que se efectúan entre los que pertenecen a especies diferentes: en el primer caso se trata de los mestizos y en el segundo de los híbridos.

En épocas antiguas se juzgó factible que se unieran plantas o animales sumamente distanciados, y se refiere la respuesta de Thalesa a quien su huésped inquieto mostró un cordero recién nacido con cabeza semejante a la humana inquiriendo su significado: "esto no contiene nada", dijo la adivina, "pero en lo futuro haz guardar tus rebaños por pastores menos jóvenes o bien, cásalos"; y no sólo se limitaba la ignorancia a estas suposiciones sino que seres extraordinarios, los demonios, intervenían en cruzamientos, sabiamente analizados por los eclesiásticos, para dar los lémures, los gigantes, los espectros o los íncubos y súcubos cuya existencia afirmaron los sabios humanistas de la Sorbona, en 1318.

Legítimo triunfo de la ciencia es haber desvanecido tan disparatados conceptos, demostrando que sólo son fecundas las uniones entre animales o plantas que no tengan grandes diferencias entre sí, encontrándose realizadas tales condiciones entre individuos del mismo género cuya unión es por lo común fértil, dando descendientes mestizos que exceden a sus progenitores en la talla elevada, en el desarrollo, en la precocidad, en la duración de su vida y en el vigor y resistencia a las enfermedades. (1)

(1) Es raro que los europeos o los norteamericanos que se ocupan de México aludan a que nuestro origen mestizo es una causa de inferioridad racial que nos imposibilita para todo trabajo de índole superior.

La Biología demuestra que el mestizo es, desde muchos puntos de vista, superior a sus progenitores.

Por otro lado, ignoramos en qué país existan razas puras comparables con los cultivos pasteurianos, pero sí sabemos que el mestizaje es regla en los habitantes de Europa y más-

Mucho se ha dicho con respecto a la esterilidad de los híbridos generalizando indebidamente la observación hecha en la mula común que es infecunda, pero sábese de cierto que la esterilidad se debe, en muchos casos, a diversas enfermedades o al medio artificial en que viven los seres, y que desaparecidas estas causas desaparecen, cuando menos en gran parte, los respectivos efectos, pues muchos híbridos, estériles en domesticidad, son fértiles cuando viven libremente y el cautiverio obra sólo en el sentido de originar cruzamientos fecundos que de otro modo no se efectuarían, como por ejemplo, entre el león y el tigre, entre el guajolote silvestre y el casero, entre el caballo y la zebra, etc. Algunos casos son particularmente notables porque se han efectuado entre individuos no sólo de especie distinta sino de diverso género como se observa entre el Pato almizclado *(Cairina)* y el Pato real de la República de Chile *(Mareca sybilatrix)* y mejor aún en el admirable caso de cruzamiento fecundo entre una ave *Tetraonina*, el *Tetrao tetrix* y una gallinácea, el Faisán *(Phasianus colchicus)* que pertenecen a *familias* diversas.

Entre los animales silvestres pueden citarse muchos casos de hibridismo como por ejemplo entre el oso polar y el oso gris, entre la vicuña y el guanaco y numerosos entre los peces.

En los vegetales es crecidísimo el número de híbridos que natural o artificialmente se observan y son productos muy estimados, de más larga vida, con flores más aromáticas, grandes y de vivos colores y algunos de ellos, como los que se obtienen cruzando el Toloache *(Datura)* con el Labio de dama o Tabaquillo oloroso *(Petunia)* son tan fecundos, o más, que sus progenitores.

Por otra parte, hay casos en que dificultades de diversa índole impiden o hacen infecundo el cruzamiento entre individuos evidentemente de una misma especie; citadísimo es el caso del conejo introducido por los marinos portugueses en la Isla de Porto-Santo, que ha variado de tal manera que no es posible que se cruce con sus progenitores europeos.

Telegonia.—Cuando un nuevo ser se desarrolla en el seno maternal se establece un perfecto intercambio, que rige múltiples correlaciones entre la madre y el feto, de manera que no es úni-

---

xime en los de los Estados Unidos, que es donde más abundan los que constante e injustificadamente nos denigran.

Con respecto a la reversión de los caracteres psicológicos y a la reaparición de la crueldad y demás instintos del hombre primitivo a que se refiere Delage, parece que se conservan latentes en toda la humanidad, trátese o no se trate de mestizos, como nos lo ha enseñado la reciente y atroz guerra entre los más cultos pueblos de Europa.

(Fig. 80.) Mazorca de maíz que muestra los resultados de la fecundación híbrida. Los granos corrugados difieren de los demás no solamente por la composición química de su endosperma, sino también por su aspecto corrugado.

camente el producto afectado por la madre, sino que ésta, a su vez, es modificada más o menos en su constitución, "la madre adquiere parcialmente la raza del hijo", dice atrevidamente **Le Dantec**, y así se explica el notorio parecido entre los viejos esposos que han tenido numerosa familia, pues "la madre ha tomado de los fetos sucesivos algunas de las propiedades que estos fetos tienen del padre", y si la semejanza no es más evidente se debe, según el mismo sabio, a que el esqueleto se opone a la manifestación morfológica de las propiedades adquiridas por la madre por la influencia de las gestaciones sucesivas.

La influencia del primer padre, persiste y en caso de fecundación por individuos de otra raza, no es extraño que aparezcan los caracteres del primer macho; cítanse como ejemplo de este fenómeno, entre otros, los siguientes casos:

"Una mujer blanca fecundada por un negro, dió a luz un niño mestizo, pero casada de nuevo con un blanco, tuvo un hijo que poseía caracteres de la raza negra (6) y **Darwin**, refiere que una yegua de raza árabe pura, perteneciente á Lord Morton, después de haber sido cruzada con un cuaga, produjo un mestizo, pero fecundada por un caballo árabe dió a luz dos potros rayados, como el cuaga".

Xenia.—Con el nombre de Xenia designó **Focke** el curioso fenómeno que se ve en algunas plantas y que consiste en que determinados granos

(6) Spencer Biolog. Centrabl. XIV p. 262.

o frutos presentan caracteres, en alguna porción de ellos completamente diversos de los que corresponden a la especie a que pertenecen; así por ejemplo, algunas limas pueden tener ciertas zonas con el color y sabor de la naranja, determinadas cidras llevan islotes o franjas con el color y sabor de la toronja y muchos maíces poseen entre sus granos lisos algunos corrugados y con un endosperma de composición química diferente de la especie original.

Pertenecen a la historia de la Biología las múltiples hipótesis basadas en un imperfecto conocimiento de los hechos y creemos que la observación microscópica ha dado la clave que permite explicar este fenómeno.

Hace 24 años, el botánico ruso **Nawaschin** llamó la atención a la sección botánica de la Sociedsd de Naturalistas de Rusia hacia el hecho de que en los *Lilium* y *Fritillaria* que había estudiado se observaba una fecundación doble, fenómeno que fué comprobado y precisado por el eminente naturalista francés **L. Guignard** quien pudo demostrar que ambos núcleos del grano de polen, penetran en el saco embrionario, uno de los cuales, el pronúcleo reproductor fecunda al óvulo y otro, el pronúcleo vegetativo se reúne con los núcleos polares del saco embrionario que al desarrollarse dará origen al endosperma.

Corresponde al Profesor **Hugo de Vries** haber demostrado, convincentemente en sus bellos estudios (Sur la fecondation hybride de l'endosperme chez le mais (Rev. gen. d. Bot. XII p. 129) que la fecundación puede ser híbrida, lo que explica perfectamente que en tales casos el endosperma fertilizado por elemento de otra especie presente diversos caracteres.

(Fig. 81.) Figura que muestra los detalles de la doble fecundación en las fanerógamas.

Los casos que se han citado de Xenia en los animales y principalmente en las aves, nos parecen sumamente improbables y por esta razón omitimos su estudio.

BIBLIOGRAFIA

1.—**Spencer H.** Biolog. Centrabl. XIV p. 262.

2.—**Herbert Webber.**—Xenia or the inmediate effect of pollen in maise. 1900.

3.—**Blanchard.**—L'Atavisme chez l'homme Rev. d'antropologie 1882.

4.—**Tourneaux et Harrmann.**—Jour d' Anat. et de Physiol. 1887 p. 498.—Unger et Brougsch Arch. f. mikr. Anat und Entw. 1902 p. 151.

5.—**I. Delage.**—L'Hérédité et les grands problemes de la Biologie Générale.

6.—**Mc. Farland.**—Biology General and Medical.

LECCION XIII

I

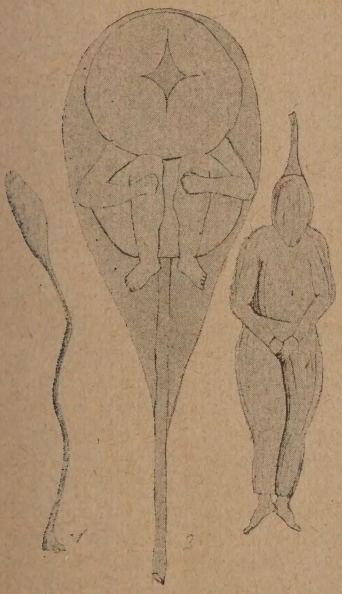
Breve resumen histórico: Animismo, Evolucionismo, Micromerismo.

Después de haber estudiado los principales hechos acerca de la herencia, es necesario considerar las teorías generales más importantes por medio de las cuales se ha pretendido explicar la continuación de los caracteres hereditarios. Siguiendo a los tratadistas y particularmente a **Delage**, consideraremos este punto en torno de sus orientaciones fundamentales: el *Animismo*, el *Evolucionismo*, el *Micromerismo* y el *Organicismo*.

El Animismo fué instituído por los filósofos antiguos que, salvo notorias excepciones, eran ajenos al estudio de la Naturaleza y deseaban ajustar los hechos, que tan mal conocían, a sus singulares especulaciones. Para **Platón**, la creación es obra de un **Demiurgo** y la conformidad de los tipos se debe a la concepción de este demonio, quien emplea una materia que con él coexiste; esta materia, para **Aristóteles**, tiene propiedades específicas que constituyen el alma vegetativa a la que se sobrepone el alma racional. Los Santos Padres admiten el concepto Aristotélico modificándolo, cambiando al Demiurgo por Dios, y aun hoy día, es la doctrina aceptada por la iglesia, pues conforme leemos en las Lecciones de Teología Moral del Pbro. J. García Gutiérrez (1922), el feto recibe el alma racional desde el momento mismo de su concepción. **San Agustín**, recordando las ideas de los herejes **Maniqueos** a los que perteneció, afirma que existía una simiente invisible que, sin ser material, se hallaba en todos los elementos. El Angélico doctor **Santo Tomás de Aquino**, hizo suyas las ideas de **San Agustín** pero, elevando la creación a la categoría de un dogma de la Iglesia, ejerció nefasta influencia, pues detuvo durante siglos la investigación científica de estos asuntos.

Van Helmont y **Stahl** pensaban en que la vida y sus propiedades se debían a los **Arqueos** principales y secundarios, aunque ciertas propiedades intelectuales y morales pueden residir, según el sacerdote jesuíta **Juan Francisco**, citado por **Delage** de donde tomamos estos datos, en la leche o en otros alimentos, siendo curioso que tales ideas perduren en el vulgo, ilustrado o ignorante.

Sólo para ser menos incompletos citaremos el inmaterial *Nisus formativus* de **Blumenbach** y **Needham** y la fuerza vital tan cara a la Escuela de **Montpellier**. Todas estas suposiciones representan un esfuerzo respetable, hecho en otras épocas, para esclarecer importantes problemas. Actualmente carecen de interés para la Biología.



(Fig. 82.) Figura que muestra el espermatozoide (1) la manera como estaba arreglado el homunculus en la cabeza (2) y el homunculus aislado desprovisto de la envoltura; según los concebían Delenpatius y los demás espermatistas.

Evolucionismo.—I. *Espermatistas* o *Animalculistas*.—Los espermatistas, basándose en el descubrimiento que el Dr. **Ham** hizo del espermatozoide, creyeron que tales "animalillos" eran de los dos sexos, y que a modo de la crisálida de un insecto, llevaban encerrado un cuerpo humano que **Delenpatius** describió provisto de dos piernas, muslos, pecho y brazos y cubierto con una membrana que ocultaba la cabeza tocada con un gorro; "es tan increíble como delicioso verlos," afirma **Delenpatius**. Este *homunculus*, formado del todo, únicamente se desarrolla en el útero maternal adhiriéndose por medio de su cauda que al desprenderse con posterioridad originará el ombligo; la madre sólo dará alimento y amparo al nuevo ser y por esto la herencia, para los antiguos, era exclusivamente paternal.

II. *Ovistas*.—El descubrimiento del óvulo, por **Regnerus von Graaf**, tan bellamente comprobado y descrito por el ilustre **von Baer**, sir-

vió de punto de apoyo a los ovistas, quienes afirmaron que el niño desciende únicamente de la madre y que el macho contribuye tan sólo secundariamente a su desarrollo.

Hacíanse más extravagantes estas teorías, pues los ovistas, por ejemplo, creían que los gérmenes, a la manera de los tubos de un anteojo, hallábanse enchufados de modo que en los óvulos de Eva encontrábanse ya representadas todas las generaciones hasta la consumación de los siglos, habiendo ya calculado **Haller** que Dios, hace 6,000 años, en el sexto día de la creación, formó ..... 200.000,000 de gérmenes ingeniosamente incluídos en el ovario de la venerable madre del género humano.

Es curiosa la teoría del filósofo **Kant**, intermediaria entre el animismo y el evolucionismo, pues admitía una especie de entubamiento espiritual, de modo que aun psíquicamente todos los caracteres de las generaciones futuras encontrábanse ya en el progenitor.

Micromerismo.—*Teoría de las partículas representativas.*—Los *micromeristas* creían que la vida resultaba de la adición de las propiedades de ciertas partículas: así por ejemplo, **Buffon** imaginó un sistema denominado de las Moléculas orgánicas vivientes, que reuniéndose formarían los órganos en complicadas asociaciones, que al destruirse liberarían, únicamente, las partes que los forman como realmente sucede con los átomos, considerados desde el punto de vista de la química; no tocó este sabio el punto esencial del cómo y por qué de la especificidad de las asociaciones que forman y que precisamente es lo que se trata de explicar. **Bechamp** substituyó las moléculas orgánicas por sus *microzimas*, también inmortales, que, según él, son la parte fundamental de los seres vivos. Estas *microzimas* integrarían las bacterias y, por último, las células que tendrían la fundamental propiedad de poder elaborar fermentos. Tales teorías han sido substituídas por otras más cercanas a la realidad, pero no pudiendo referirnos a todas ellas, consideraremos sólo las más importantes: la de **Altmann** y una variante de ésta, la de **Wiesner**.

La hipótesis del ilustre histólogo **Altmann** señala el principio de las interpretaciones que, no fiándose exclusivamente de la fantasía, buscan sólido apoyo en el atento estudio de los hechos.

El amplísimo examen de gran número de preparaciones ejecutadas impecablemente con auxilio de un fijado en licores con bicromato de potasio y ácido ósmico, reducción a cortes finísimos

teñido con la fucsina ácida seguida de una decoloración con el ácido pícrico, demostró que en todas las células se hallan formas granulares o filamentosas, denominadas por **Altmann,** *granula* capaces de multiplicarse y que son el asiento de importantes fenómenos tales como la elaboración de los múltiples productos que engendra la célula.

Una grave perturbación mental afectó al ingenioso **Altmann** haciendo que sus ideas perdieran la precisión y lucidez que las caracterizaban; entonces, confundió sus *granula* con los microbios y retrocedió a la vieja teoría de **Schleiden** creyendo que las células se integraban por la asociación de sus ya citados *granula* o *bioblastos.* Hemos hecho ya la crítica de este concepto en nuestra lección II, remitiéndonos por tanto a ella.

Posteriores investigaciones han permitido identificar los *granula* con el condrioma y gracias a los trabajos de numerosos sabios y particularmente a los del gran citólogo francés **Alexandre Guillermond,** sabemos cuán trascendente e importante papel desempeñan no sólo en los fenómenos celulares de síntesis y elaboración sino también en los hereditarios, pues como ya dijimos, el espermatozoide penetra íntegramente en el óvulo llevando en el cuello un verdadero rosario de mitocondrias paternales, y un condriomito, como demostró el sabio **Edmundo Ottis Wilson,** se suma al condrioma que existe en el elemento femenino. Con justo título por lo tanto pueden considerarse los *granula,* como factores de los caracteres hereditarios.

Desechada en parte la interpretación de **Altmann**, quedan en pie los hechos sagazmente descubiertos por él como una de las mejores conquistas de la Biología. Con razón el sereno biólogo francés **Delage** le hace justicia considerándola como "una teoría seria, sólida, digna de atención, pero incompleta y que sólo puede completarse por medio de numerosas hipótesis que la privan de su carácter de teoría positiva fundada en los hechos."

Wiesner, con objeto de explicar ciertos fenómenos de crecimiento, imaginó una "teoría de los plasomas" que son, según este autor, las partes últimas que forman el protoplasma y que pueden reproducirse, pero que difieren de las mitocondrias en que son tan extraordinariamente diminutas que no pueden observarse con el microscopio, ni se conoce (que sepamos) medio alguno de demostrarlos, de manera que debe creerse en ellos, pasando a la categoría de elementos metafísicos, no comprobables. Hubiéra-

mos pasado en silencio esta teoría a no ser porque **Cajal**, para explicar la singular propiedad poseída por las fibras colágenas y elásticas, de crecer, imaginó la "hipótesis de trabajo" de las inobionas, que consistirían "en unidades ultramicroscópicas, las cuales libres en los espacios intercelulares o materias amorfas, gozarían de vida simplísima y puramente vegetativa." "Excusado es decir, —afirma el sabio histólogo—, que las inobionas no tienen nada que ver con las mitocondrias de **Benda** ni con los bioblastos de **Altmann** (1), unidades microscópicas, de las cuales nadie ha podido hoy demostrar indiscutiblemente la capacidad de emigrar del protoplasma y de elaborar materias amorfas."

En nuestro concepto, esta teoría es la misma de **Wiesner**, modificada sólo en el sentido de cambiar el nombre de *plasomas* por el de *inobionas*. No siendo esta suposición comprobable, es aventurado afirmarla o negarla.

Por lo demás, las propiedades bien demostradas del condrioma bastarán para explicar la génesis de las fibras del tejido conjuntivo, de manera que no son necesarias ni útiles en modo alguno ni la hipótesis de **Wiesner** ni la de **Cajal**.

Teoría de la pangenesis intracelular de **Darwin**.—**Darwin** imaginó que todas las células tienen la propiedad de engendrar, durante todo su proceso evolutivo hasta su completa diferenciación, numerosísimas partículas materiales que exacta e íntegramente las representan. Denominó a estas partículas gémulas y supone que son capaces de reproducirse por división y de abandonar el elemento en que se forman emigrando electivamente hacia otras células, pasando al través de su membrana, acabando por concentrarse y estar representado cada elemento del organismo en el óvulo o en el espermatozoide.

No sólo las celdillas que integran el cuerpo adulto tienen sus gémulas representativas, sino también aquellas que de una manera transitoria sólo se hallan durante la ontogenesis. Resulta de esto que en los productos sexuales y en la forma de partículas materiales se hallan representados por medio de las gémulas todos y cada uno de los caracteres morfológicos y funcionales de las partes del cuerpo que las han producido. Estas gémulas permanecen en estado latente hasta que se integra el huevo, y enton-

(1) Que son la misma cosa.

ces, durante las sucesivas divisiones, cada partícula reproduce el elemento que representa; así quedaría explicado el estrecho parecido hereditario, puesto que en el huevo existirían las gémulas reunidas de los progenitores.

Esta ingeniosísima hipótesis permitió, en anteriores etapas de la evolución de la ciencia, explicar la partenogenesis, la reproducción por yemas, los fenómenos de regeneración, ciertos fenómenos de la senectud, los caracteres de los híbridos, las modificaciones de los injertos, la *teratogenesis*, la reversión, el atavismo, etc., etc.

Naëgeli dice, con razón, que la facilidad que da una teoría para explicar hechos obscuros no prueba que sea verdadera, máxime si conduce a imposibilidades.

Ocurre desde luego pensar que si las gémulas pasan de un punto a otro del organismo conforme a sus afinidades electivas, deberían seguir las naturales vías, pero la sangre, según el mismo **Darwin** admite, no sirve de vehículo para transportarlas, y análoga afirmación puede hacerse con respecto a la linfa, quedaría el sistema nervioso que recorre todo el organismo, pero los nervios no transportan partículas materiales, y sale del dominio científico para entrar en el de lo estupendo, el paso de tan innúmeras partículas al través de los millares y millares de células que forman el organismo; y resulta también maravillosa e inexplicable esa afinidad que hace que cada gémula representativa quede detenida únicamente en el elemento por el cual tiene afinidad. Nos reservamos hacer una apreciación general de estas teorías de las partículas representativas cuando hayamos terminado su exposición.

TEORÍA DE WEISMANN

Las observaciones que con gran exactitud y admirable finura practicó el ilustre **Augusto Weismann** siguiendo el desarrollo de los *Dáfnidos* y de los *Hidroides* y las efectuadas observando la evolución del huevo de las moscas, permitieron a este sabio apreciar que los primeros productos de la segmentación permanecen aislados, sin tomar parte en la construcción del conjunto, quedando en reserva hasta que se emplean en la formación de las glándulas genitales y sus anexos; estos blastómeros son los germinativos, y otros, dedicados a la formación del cuerpo, los somáticos. Los fenómenos estudiados por **Weismann**, que representan

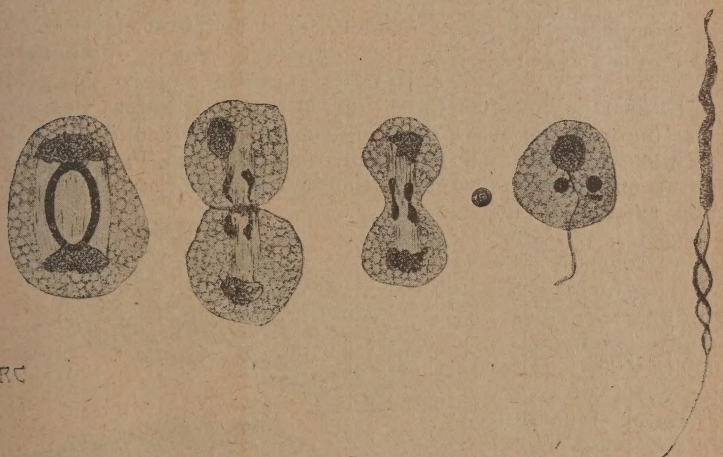
solamente hechos de aceleración embriogénica comparables en todo con el aislamiento prematuro, en los gusanos anillados, de los elementos destinados a la formación del mesodermo, recordaron al sabio profesor de Friburgo las ideas emitidas por **Naëgeli** en 1884, considerando en la célula dos suertes de protoplasmas, el trofoplasma y el idioplasma, nombrados nuevamente por **Weismann**, *morfoplasma* e *idioplasma*, que desempeñaría papel director en la celdilla, estaría localizado exclusivamente en el núcleo y determinaría todos los cambios que se producen en la forma, en la estructura y en las propiedades de la célula durante todo el lapso de su existencia, residiendo en él las partículas representativas a cuyo cargo correría la transmisión de los caracteres hereditarios.

Este idioplasma está constituído por los bióforos, verdaderos átomos biológicos, dotados de vida propia, capaces de emigrar al citoplasma por poros hipotéticos de la membrana nuclear, según imaginó **De Vries**, y de asociarse para dar los *determinantes* que contendrían todos los factores de la especificidad de la célula y en donde cada parte del organismo estaría representada en un sitio definido. Los determinantes reunidos en complexas estructuras integrarían las idas, primeros elementos visibles con el microscopio en la forma de microsomas que componen los cromosomas, que conforme a esta hipótesis se denominan idantes, iguales en número y en forma para cada especie.

En el núcleo es, pues, en donde, según **Weismann**, reside toda la complicada jerarquía de partículas representativas y en él es en donde hay que buscar la clave de la herencia, como en efecto lo hacen los Mendelistas, suponiendo que en cada nueva segmentación del huevo se distribuyen las partículas que representan a órganos o a miembros determinados dispuestos como un mosaico, según la exacta denominación de **Roux**. En otra época pudo contar esta suposición con una experiencia aparentemente demostrativa, pues el mismo **Roux**, en los huevos de la *Rana fusca* o *esculenta* en estado de dos células, mataba con una aguja calentada al rojo, un blastómero, y obtenía un semi-embrión, mas el estudio más completo de estos fenómenos muestra que otros son los resultados si se elimina el cadáver del blastómero destruído o se separan sin destrucción las dos células primordiales del huevo, como lo hicieron otros experimentadores, a que oportunamente nos referiremos.

La teoría de **Weismann** puede considerarse como un poderoso esfuerzo sintético que tomando la concepción de las *pangenas* (bióforos) y de las *gémulas* (determinantes) de **Darwin**, las ideas de **Naëgeli** acerca de la diferenciación de los plasmas, y completando estas teorías con un gran esfuerzo imaginativo, elevó a su más alta expresión las hipótesis de las partículas representativas.

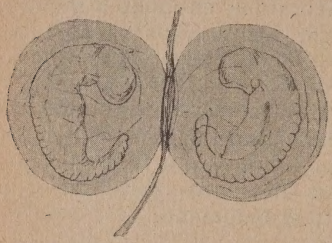
Los estudios modernos no son favorables, en modo alguno, a esta suerte de teorías. En primer lugar, los precisos trabajos llevados a cabo por los Histólogos nos enseñan, ciertamente, que no es el núcleo el solo elemento que interviene en la fecundación, y que tampoco son los cromosomas los únicos elementos figurados masculinos que se conjugan con los femeninos, pues el condrioma toma parte importantísima en ella, limitándose, por tanto, los que sólo ven en los cromosomas los únicos elementos hereditarios, a considerar incompleta y parcialmente el fenómeno.



(Fig. 83.) Dibujos que muestran la evolución del condrioma en las células que producirán los espermatozoides del alacrán de Durango (Centrurus) según Wilson. En la primera figura se ve que el condrioma afecta la forma de un anillo, representado en líneas negras llenas; en la segunda, el anillo se ha dividido en cuatro partes, dos para cada célula; estas porciones adquieren un aspecto esférico en la figura cuarta y, en la quinta, se han alargado y dispuesto en espiral en el cuello del espermatozoide.

Driesch y **Herlitzka** han demostrado que si se separa uno de los dos blastómeros iniciales del huevo de los Batracios Uródelos

por medio de un hilo de capullo, puede dar origen a un embrión completo, aunque de menores dimensiones; son pues, aun en el estado 2, cada uno de los blastómeros *totivalentes*. En la especie humana y en varios anélidos, por causas muy diversas (mecánicas, químicas, etc.), sucede a menudo este fenómeno, siendo tal separación blastomérica una de las causas que originan los gemelos.



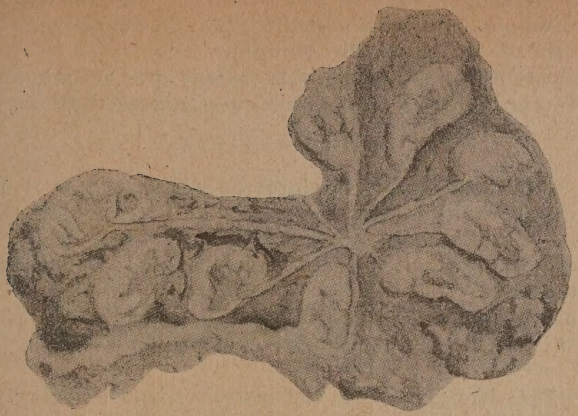
(Fig. 84.) Esquema que muestra un huevo de salamandra en estado de dos blastómeros, divididos por un hilo de capullo; cada blastómero da origen a un embrión completo.

En los óvulos maduros de erizo de mar, ha podido obtener **Delage** una larva completa con una porcion fecundada correspondiente a un treinta y sieteavo ($\frac{1}{37}$) del volumen total del huevo; **Wilson** y **Driesch**, operando con el *Amphioxus*; **Bataillon** con la lamprea, y **Morgan** con un pez teleosteo, el *Fundulus*, han comprobado que aislando un blastómero por diversos procedimientos, puede obtenerse un embrión pequeño, pero completo.

En ciertos insectos (Calcididios o Proctotrypidos) parásitos de las larvas de las mariposas, un solo huevo es fecundado, y por múltiples divisiones, origina, según lo ha demostrado **Paul Marchal**, todo un enjambre de insectos, llegando esta poliembrionía a un grado extremo en los *Litomastix*, parásitos de las *Phytometra*, en donde según los estudios de *Sylvestri*, un solo huevo puede dar de 1,000 a 2,000 individuos de un solo sexo.

En el Armadillo (*Tatusia novemcincta*) obsérvase análogo fenómeno, pues un solo óvulo es el único fecundado, según se deduce de los trabajos de **M. Fernández** y de **Newmann** y **Patter-**

(Fig. 85.) Conjunto de capullos desarrollados en el interior de una oruga de la familia Noctuidae y del género Phytometra. Todos provienen de un solo huevo, según Sylvestri.



(Fig. 86.) Nueve embriones que provienen de un solo óvulo fecundado del Armadillo, según Newmann y Patterson.

(Fig. 87.) Cuatro embriones del Armadillo ligados a la misma placenta según Newmann y Patterson.

son, y al dividirse, cada uno de los blastómeros se aisla del conjunto y evoluciona separadamente, originando un pequeño embrión que producirá un animalillo completo.

En vista de estos hechos, nos parece que actualmente es insostenible la hipótesis de las partículas representativas.

BIBLIOGRAFIA

1.—**I. Ochoterena**.—Comentarios a la Teoría de la Mutación del Profesor Hugo de Vries.—Bol. de la Dir. de Est. Biol. T. I. p. 276.

2.—**I. Delage**.—L'Hérédité et les grands problèmes de la Biologie Générale.

3.—**Weismann August**.—Colección de Memorias traducidas por H. de Varigny y publicadas con el título de «Essais sur L'Hérédité».

4.—**Fed. Houssay**.—La Naturaleza y las Ciencias Naturales.

5.—**Mc. Farland**.—Biology General and Medical.

LECCION XIV

Teoría de Mendel.—Organicismo

La mejor tentativa para explicar los fenómenos hereditarios, basándose en las partículas representativas, se debe a los trabajos del sabio monje **Gregorio Mendel,** naturalista, físico y matemático, quien cultivando chícharos en el huerto del monasterio de **Brünn** observó desde 1865, que si se cruzan plantas que posean granos de diversos colores, unos amarillos y otros verdes, el resultado del cruzamiento es una generación cuyas semillas tienen un solo color, el dominante (el amarillo), pero si se continúan sembrando estos granos, nótase en los que se cosechan, que tres cuartas partes tienen el carácter dominante mientras que una cuarta presenta el carácter que aparentemente había desaparecido (el color verde) y que, en realidad, sólo se hallaba en estado latente o recesivo, como frecuentemente se dice; las generaciones siguientes siguen presentando análogo fenómeno, de manera que en cada generación el carácter dominante se encuentra en un 75% y el recesivo en un 25%, resultando de esto que el carácter dominante priva tan sólo en la primera generación, mientras que en las que siguen, los híbridos se disocian dando unos individuos semejantes a uno o a otro de los progenitores, en la proporción de un cuarto, mientras que las tres cuartas partes restantes conservan con fidelidad el carácter dominante.

Las ideas corrientes acerca de la transmisión de los caracteres, se basan en el bien conocido hecho de que al verificarse la fecundación se reúnen la cromatina nuclear paternal con la maternal, presumiéndose que cada una de ellas representa ciertos caracteres hereditarios. Aplicando este criterio al caso observado por **Mendel** se nota que son posibles en la segunda generación cuatro modalidades del fenómeno, a saber:

El núcleo celular se integra únicamente con la cromatina de origen paternal ($P \times P$).

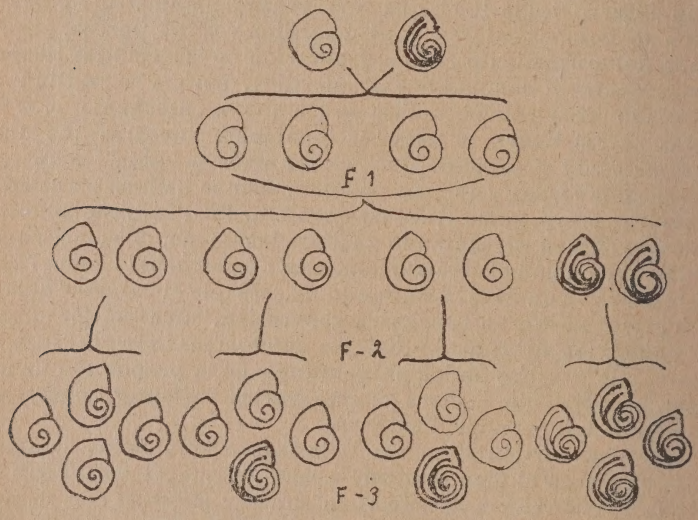
El núcleo se integra únicamente con la cromatina de origen maternal (M×M).

El núcleo se forma por la unión de los cromosomas paternos y maternos (P×M).

Las nuevas células poseen núcleo formado por cromatina maternal y paternal (M×P).

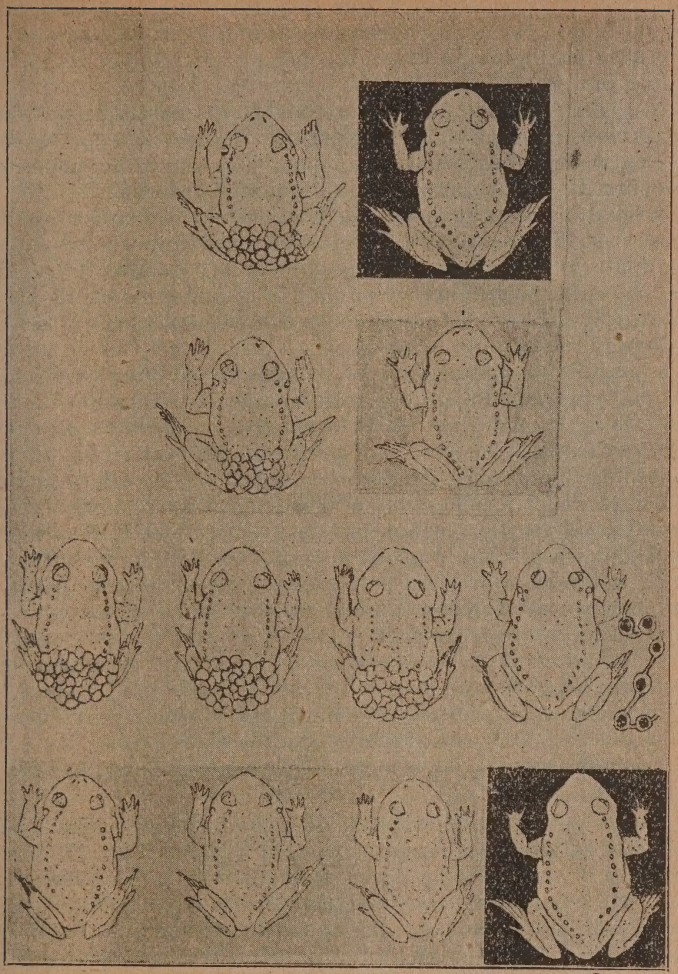
Si se efectúan gran número de cruzamientos, cada una de estas combinaciones se verifica aproximadamente igual número de veces, resultando que las leyes de **Mendel**, son únicamente un caso peculiar explicable, conforme al cálculo de las probabilidades.

Numerosísimos son los trabajos emprendidos para comprobar el descubrimiento del fraile austriaco: **Lang**, cruzando caracoles del género *Helix;* **Standfuss**, mariposas; estudiando determinadas particularidades fisiológicas, como los curiosos movimientos



(Fig. 88.) Esquema que muestra según Cuenot, el producto del cruzamiento entre los Helix de completo acuerdo con las leyes mendelianas.

de un ratón japonés denominado ratón bailarín, o las modificaciones del instinto del sapo partero *Alytes* etc., etc., se han comprobado, en todas sus partes, los asertos mendelianos que pa-



(Fig. 89.) Figura que muestra el resultado del cruzamiento entre un sapo partero *Alytes* con su instinto y otro cuyo instinto se ha modificado de modo que deja abandonados los huevos que comúnmente lleva consigo. También la herencia de los instintos obedece a las leyes mendelianas.

recen tener tan gran alcance, que se aplican aun en los dominios de la Patología, como, por ejemplo, a la Polidactilia (aumento del número de los dedos), a la tendencia a padecer hemorragias (hemofilia), etc., con seguro éxito.

No debe olvidarse que la herencia de los caracteres a que se refieren los principios de **Mendel**, no implica que el carácter tenga existencia individual, autónoma, sino que es únicamente el exponente de las profundas modificaciones internas del ser, correlativas e insuperables, como lo demuestran múltiples observaciones, v. g. la relación entre el sistema piloso imperfecto y el sistema dentario tan peculiar de nuestro «Perro pelón» *Canis caribaeus, Less.*, la pérdida de la voz cuando el perro casero se vuelve montaraz, la sordera de que adolecen comúnmente los gatos blancos de ojos azules, etc.

A pesar de su aparente precisión matemática y de su segura utilidad, las leyes mendelianas no son sino una aproximación, un poco tosca, a la solución del problema de la herencia, pues precisamente queda por explicar el cómo y el porqué de las variaciones íntimas que dan lugar a la correspondiente modificación de los caracteres.

Las teorías Micromeristas edificadas con derroche de ingenio e incomparable sutileza están, por desgracia, lejos de responder a la realidad y aun cuando probablemente contienen una parte verdadera aplicable a la recta comprensión de los hechos, pecan de alambicadas y artificiosas, siendo su notoria insuficiencia la que ha impulsado a otros espíritus a buscar en las fuerzas evolutivas que se hallan en el mismo individuo, la explicación de la forma, de las propiedades y de los caracteres de las diversas partes, investigándolas en la mutua influencia, en la acción recíproca entre los diversos factores que integran los seres vivos.

Los que orientan en este sentido sus actividades, son los *organicistas.*

En los epitelios poliestratificados como el de la piel, la multiplicación celular no está regida sino por factores físicos, y se sabe ahora que la proliferación de los elementos de la capa basal está gobernada por la destrucción de las células superficiales que, al desaparecer, modifican las condiciones de presión que obran sobre la capa germinal y permiten que los elementos viejos sean substituídos por otros de buena formación.

La estriación muscular no se debe a enigmáticos factores, a partículas representativas que misteriosamente reproduzcan la

estructura de los antepasados, sino que tienden a considerarse como una forma de perfeccionamiento de la substancia de los músculos lisos según se desprende de los datos que suministra la Embriología, ya que el estado liso antecede al estriado y que concuerdan con las enseñanzas de la Patología, pues en los casos de segmentación las fibras estriadas principian por tener un aspecto liso.

Esta diferenciación es función del movimiento, y las cualidades de éste, dependen de las condiciones en que se efectúa; así por ejemplo, se ha visto que en ciertas arañas *Epeira* los músculos de la pared del abdomen son lisos pero cuando los óvulos fecundados se desarrollan adquieren las fibrillas complicadas estriaciones propias de los músculos de la vida de relación; en las moscas los músculos motores del ala antes del vuelo, son lisos, pero tan presto como vuela el insecto se vuelven estriados.

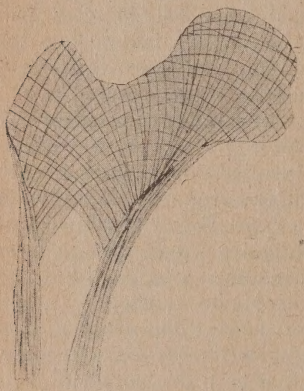
Las investigaciones de **de Vlès** han tratado de abordar este asunto experimentalmente, sometiendo un coloide con un precipitado pulverulento finísimo en suspensión a la acción de un movimiento oscilatorio logrando mediante este artificio obtener la repartición del precipitado en bandas regulares que reproducen el aspecto de la estriación del músculo, y aunque solamente puede considerarse tal experiencia como una tosca aproximación a la realidad, no puede negarse que contribuye a esclarecer este punto.

Observaciones y experimentos concluyentes demuestran también que no son desconocidos agentes hereditarios los que determinan el desarrollo del músculo, sino que se halla sometido a la influencia trófica del sistema nervioso y que las modificaciones del excitante nervioso, que experimentalmente pueden suprimirse, son las que causan su atrofia o su desarrollo.

La textura de los huesos lo mismo que su forma, son también explicables en virtud de las leyes biomecánicas. Siempre de acuerdo con sus funciones; son macizos, esponjosos o canaliculados, debiendo colocarse entre estos últimos, aquellos cuya parte media debe ser muy resistente a la flexión, pues es bien conocido el hecho de que un tubo resiste en igualdad de condiciones mucho mejorque una barra.

Es patente la acción morfógena de las causas mécanicas en la cabeza del fémur, que normalmente se halla sometida tanto a los esfuerzos de presión como a los de tracción. El matemático **Culman** hizo que sus discípulos determinaran, sin hacerles conocer

la importancia biológica del problema, las curvas de presión y de tracción en un cuerpo de la misma forma que el fémur del hombre y que estuviera sometido a idénticas fuerzas; el dibujo obtenido se colocó al lado de un corte frontal del fémur y se pudo comprobar que existía una correspondencia exacta entre las curvas determinadas por el cálculo y las travéculas óseas que los osteoclastos habían respetado en su trabajo demoledor. Bella comprobación de que en el organismo humano, como en el de todos los seres, las fuerzas físicas son uno de los principales excitantes que determinan sus propiedades específicas.



(Fig. 90.) Disposición estructural que de acuerdo con las leyes matemáticas debería tener un cuerpo de la misma forma que la cabeza del fémur, siempre que estuviera sujeto a idénticas condiciones mecánicas según el matemático Culman y sus discípulos.

Durante mucho tiempo se creyó también que desconocidos factores hereditarios eran los que determinaban la forma de los órganos.

Los estudios embriológicos han venido a esclarecer estos puntos; v. g., en lo que se refiere a una de las formas más notables, la de los vasos sanguíneos, se ha podido seguir paso a paso su integración: los conjuntos de las células de donde provendrán, tanto los elementos primordiales de la sangre como los vasos, se derivan de las células mesenquimatosas que se agrupan para dar los islotes de **Wolff** y **Pander** entre el entodermo y la lámina visceral del mesodermo.

Entre tales agrupaciones celulares establécense relaciones estrechas que acaban por agrandar rápidamente el área que ocupan los cordones vasculares. Estos cordones, integrados de la manera que hemos dicho, tienen sus elementos sujetos a dos condiciones diferentes: las células periféricas, por efecto de las presiones que soportan, adelgázanse, adquieren una forma laminar y por modificaciones nucleares concomitantes se transforman en células endoteliales, formándose así la pared de los vasos primitivos.

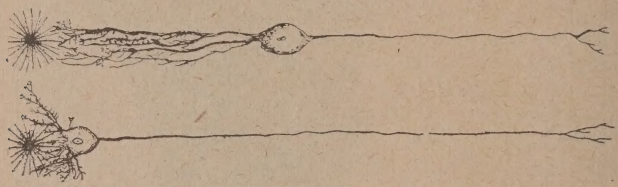
Las células centrales del cordón primordial pierden sus conexiones directas con el exterior, acabando por separarse entre sí

(Fig. 91.) Fotografía de la cabeza de un fémur humano transparentado con salicilato de metilo.

gracias a una reducida cantidad de líquido, rico en albúmina, producto de la secreción de las células parietales y centrales. Este líquido, que es el plasma primitivo, pronto comienza a circular, siendo la fuente de una presión interior que, en unión con la que soporta la periferia, constituye el mecanismo por medio del cual el vaso adquiere la forma tubular que le es característica.

El arreglo estructural de los núcleos motores y los centros nerviosos, está determinado no de inexplicable manera, sino que se debe a los principales impulsos aferentes que ejercen poderosa atracción sobre las dendritas de la neurona, obligando al cuerpo de ésta a emigrar hasta llegar a la más favorable posición con respecto al punto de donde el estímulo proviene.

Ariens Kappers denomina al conjunto de estos fenómenos, *neurobiotaxis*, y sus investigaciones son de gran importancia para la comprensión del asunto de que tratamos.



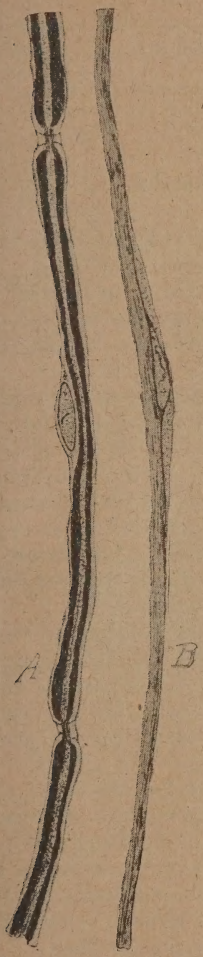
(Fig.92.) Esquema que muestra cómo las neuronas se dirigen hacia el centro de donde proviene el estímulo, que está representado en este dibujo, por una figura estrellada.

Para que se integren las estructuras nerviosas, el excitante funcional es de inmensa importancia, como lo demuestra el hecho de que las fibras nerviosas adquieren su mielina a medida que la función lo va requiriendo; así, v. g., si se impide la acción de la luz sobre uno de los ojos de un perro recién nacido, se ve que sólo las fibras que provienen del ojo funcionalmente apto son las que adquieren su integridad histológica y, por tanto, las únicas capaces de llenar su cometido.

Ya en la Lección IX hemos hablado de la acción morfógena que, en lo que respecta a los caracteres sexuales secundarios, tiene su origen en las glándulas genitales.

Las teorías de **Darwin**, las de **Weismann** y otros, han pretendido ser completas, explicar todo, y a esto se debe el entusiasmo que han provocado y la persistencia con que las profesan aún ciertos naturalistas. Basadas preferentemente en un admira-

ble esfuerzo imaginativo resultan, como ya hemos dicho, insuficientes para llegar al conocimiento de las cosas; nos complacemos en reconocer el gran esfuerzo de cerebración que representan, su agudeza, su poder de engendrar ideas curiosas, su capacidad para dar la ilusión filosófica de haber llegado a la meta, pero es necesario convenir que por sí mismas no han hecho adelantar un paso el conocimiento de la verdad.



(Fig. 93.) Fibras mielínica (A) y amielínica (B).

El organicismo no pretende dar una explicación total; confórmase modestamente con abordar lo que en el estado actual de la ciencia es explicable. Es una teoría incompleta, pues no aclara lo que se refiere a la diferenciación celular ontogénica, y se requieren nuevas investigaciones para perfeccionar y modificar nuestros actuales conceptos y para llenar los numerosos vacíos que en ellos se perciben.

BIBLIOGRAFIA

1.—**Mc. Farland.**—Biology General and Medical.

2.—**Augusto Weismann**—Essais sur l'Hérédité.

3.—**Ranson W. S.**—The Anatomy of the Nervous System from the stanpoint of development and function, 1921.

4.—**I. Delage.**—L'Hérédité et les grands problèmes de la Biologie Générale.

APENDICE

Datos biográficos acerca de Mendel

Gregorio Mendel nació el 22 de julio de 1822 en *Heizendorf*, Silesia; hizo sus estudios clásicos en el Gimnasio de *Olmütz* y entró en 1843 a la Orden religiosa de los Agustinos de Brünn. De 1851 a 1854 fué enviado a Viena para completar sus conocimientos de ciencias físicas y naturales a cuya enseñanza se dedicó en el claustro hasta 1868.

Corresponde a este monje checo el honor de haber puesto en evidencia las leyes de la segregación de los caracteres de los progenitores en la descendencia de híbridos de variedades.

La cultura científica de este sabio físico, matemático y meteorologista, permitió introducir en el análisis de los fenómen de la herencia, un espíritu de método y una claridad en la exposición que recuerdan las innovaciones geniales de **Lavoisier**, de **Dalton** y de **Berthollet** en la demostración de las leyes fundamentales de la Química.

Comenzó sus investigaciones sobre la herencia en los vegetales en 1858, teniendo a su disposición más de diez mil ejemplares de *Pisum*, de distintas variedades, que cultivó durante siete años en líneas puras o cruzadas en filiación conocida. De estos estudios derivó las leyes de la herencia, notables por su precisión y por su alcance.

Más tarde emprendió otros ensayos sobre los *Phaseolus*, que en vez de coronar su obra, dieron lugar a segregaciones incompletas que modificaron las conclusiones precisas adquiridas por el estudio de los chícharos y la producción experimental de híbridos de *Hierasium*, e introdujeron la duda y la confusión puesto que la mayor parte de los individuos de este género están afectados de apogamía, que substituye los huevos por yemas.

Los conocimientos citológicos de aquella época nó estaban lo

bastante avanzados para permitir al naturalista de Brünn apreciar las causas de sus errores.

En una correspondencia, reunida recientemente, de **Mendel** con el filósofo **C. Nægeli**, se encuentran todas las fases entre un entusiasmo sin límites y una decepción dolorosa en la demostración de las leyes generales de la herencia.

Fig. 94

Estos trabajos quedaron mucho tiempo en el olvido, tal vez a causa del desaliento de su autor; durante treinta años, no obstante el interés que presentó este trabajo para los naturalistas y más aún para los seleccionadores prácticos, no se concedió ninguna atención a la memoria donde están reunidos los principales resultados.

En 1868 falleció el superior de la Orden de los Agustinos y **Mendel** fué llamado a la Dirección de este establecimiento. Este suceso lo obligó a abandonar la enseñanza y la investigación, cuyos últimos resultados eran confusos y poco probatorios.

Murió **Mendel** el 6 de enero de 1884.

Datos tomados de la obra de **L. Blaringhem** "Les Problèmes de l'Hérédité expérimentale."

FASCÍCULO V

LECCIONES DE BIOLOGIA

LECCION XV

Dos son las hipótesis fundamentales para explicar el origen de los seres y la sucesión de éstos a través del tiempo: conforme una de ellas, las especies fueron creadas por Dios, son invariables y contamos tantas, como formas diversas fueron creadas al principio del mundo, según expresó el gran **Linneo** en sus "Aforismos botánicos."

Conforme la segunda hipótesis, los seres provienen unos de otros, los más complicados de los más simples y por diversas causas, en gran parte asequibles y demostrables, se han venido sucediendo al través de los tiempos, constituyendo este modo de ver *la teoría de la evolución.*

La doctrina de las creaciones especiales, debe aceptarse sin pensar ni razonar, mediante un acto de fe; *la doctrina de la evolución* nos suministra un conjunto de razonables pruebas, concordantes desde muchos puntos de vista y que llevan a la mente el convencimiento de que es la más verosímil, la más probable, la que está más de acuerdo con la manera de pensar de la época. Esto explica porqué cuenta con el sufragio de la inmensa mayoría de los que han dedicado su vida al estudio de la Naturaleza; de todos los que, sin una decisión previa, han pretendido acercarse, hasta donde es humanamente posible, al conocimiento científico de estos puntos; de los espíritus capaces de conformarse con las verdades provisionales de la ciencia, ya que la certidumbre absoluta y dogmática, jamás ni se pretende ni es posible alcanzarla en este género de estudios.

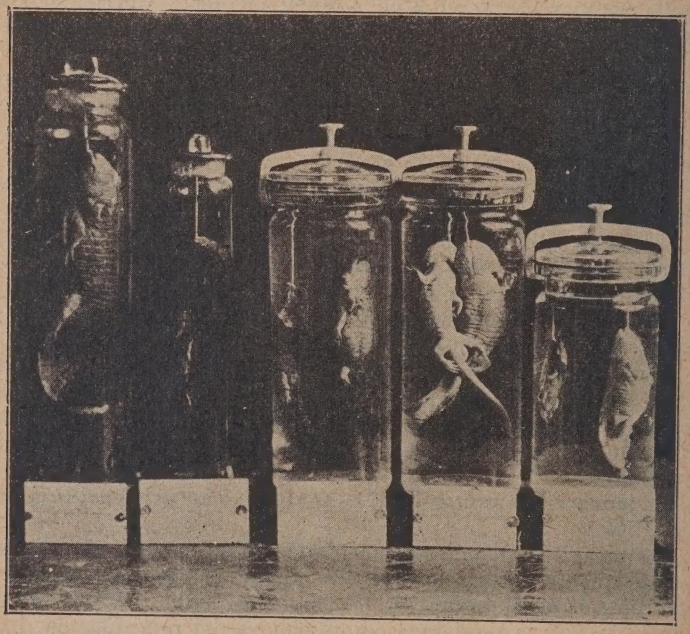
Las ideas evolucionistas, aceptadas en su esencia, son discutidas en lo que respecta a los mecanismos determinantes de la evolución: para **Juan de Lamarck**, la acción del medio, el uso y el desuso de los órganos y la tendencia complicadora del protoplasma, indican los senderos por los cuales debe marcharse para explicar estos puntos; para **Saint Hilaire** la acción del medio es la predominante;

para **Carlos Roberto Darwin,** el mismo principio invocado por **Saint Hilaire,** la Lucha por la existencia y la Selección natural, son los puntos esenciales de la explicación, y para el Profesor **Hugo de Vries,** la acumulación de modificaciones en estado latente, causa de la súbita aparición de "*Mutaciones,*" es la que permite explicar la evolución.

No hay, en nuestro concepto, incompatibilidad entre estos diversos modos de abordar el asunto y, libres de las estrecheces de escuela, procuraremos exponer en estas lecciones, los elementos aceptables de cada teoría.

Conviene hacer notar desde luego, que el concepto estático de la especie es artificioso y no corresponde a nada en la naturaleza pues son extraordinariamente inseguras las bases en que se apoya.

El criterio morfológico no ha sido suficiente para distinguir



(Fig. 95.) Fotografía de algunos ejemplares de la colección de la Escuela Nacional Preparatoria, que muestran la variabilidad del Ajolote (Amblystoma tigrinum).

una especie de otra; es bien conocida la extrema minuciosidad y cuidado con que los clasificadores han comparado las formas que estudian y nunca han podido ponerse de acuerdo para decir cuáles caracteres son esenciales y cuáles secundarios, pues aunque en algunos puntos están conformes, como en que son secundarios el tamaño y el color, en otros muchos la duda subsiste, v. g., mientras unos consideran que existen en el Valle de México muchas especies de ajolotes, otros sólo las conceptúan como variedades de una sola, el *Amblystoma tigrinum*, ya que el color y el tamaño, según se dijo, deben considerarse como caracteres secundarios.

La segunda idea fundamental de la definición de la especie, según **Linneo,** es que los descendientes han de ser tan semejantes entre sí como sus progenitores. No puede en la actualidad aceptarse tal apreciación, pues como ya lo habían observado los antiguos naturalistas, constantemente se producen variaciones que impiden la semejanza a que se refiere el concepto de que tratamos. Pueden citarse entre otras causas, las siguientes:

El Polimorfismo sexual, tan manifiesto en los animales asociados y que es evidente consecuencia de la división del trabajo, como se ve en las abejas, en donde las obreras, los machos, y la abeja madre son diversos. Los termitas muestran también claramente este fenómeno que en otros muchos amimales es bastante frecuente.

El Parasitismo es también una causa que modifica notablemente a los descendientes que, en muchos casos, resultan tan apartados del tipo de los de vida autónoma que han llegado a considerarse como especies distintas; curioso ejemplo de esto último puede verse en un crustáceo parásito de los camarones, el *Bopiro*, cuya hembra lleva consigo a un macho microscópico.

La domesticidad. El insigne **Darwin** ilustró este punto con su primoroso estudio acerca de las razas de palomas derivadas del común pichón gris (*Columba livia*), haciendo notar que "hay razas de palomas que presentadas a cualquier ornitólogo como aves silvestres, llegaría ciertamente, a clasificarlas entre las especies bien definidas y aún dudaríamos si habría alguno que en este caso colocara a la mensajera inglesa, a la volteadora caricorta, a la paloma *runt*, a la *barb*, a la *pouter* y a la *coli-pavo* en un mismo género, con mucha más razón suponiendo que en cada una de éstas podrían presentarse varias sub-castas verdaderamente hereditarias o varias especies como en el lenguaje técnico deberían llamarse."

El criterio de la fecundidad de los cruzamientos entre especies ve-

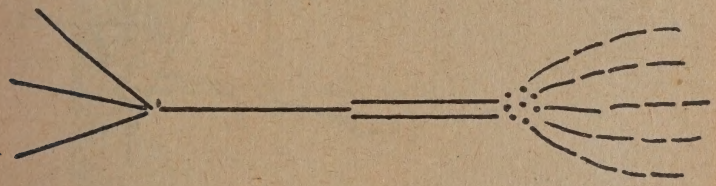
cinas no suministra seguro medio para definir la especie y en nuestro concepto el valor que se ha pretendido dar a los casos de mestizaje o de hibridación es desproporcionado y de ninguna manera puede considerarse como característico de ella como lo hemos explicado ya en la lección XII.

(Fig. 96.) Diversas razas de palomas. Colección de la Escuela N. Preparatoria.

Puesto que los géneros, las familias, las especies y los demás grupos taxonómicos sólo son una mera ficción de nuestra mente y lo único que hay en la naturaleza son los individuos y éstos son sumamente modificables, es importante hacer notar que a pesar de esta variabilidad presentan tipos estructurales perfectamente definidos que nos señalan la comunidad de origen y el parentesco real que entre ellos existe, no siendo mera ilusión la evidente existencia de análogas piezas óseas, músculos, vasos y nervios y, pasando al microcosmos, los idénticos arreglos de textura cuya percepción genial permitió al insigne **Francisco Javier Bichat** edificar, sobre bases de extraordinaria solidez, una ciencia que es el orgullo de la época actual, la Histología.

La variedad de las formas dentro de la unidad anatómica de los tipos, es una de las más claramente perceptibles pruebas de la doctrina de la evolución; así, v. g., el esqueleto de los miembros pares de todos los Vertebrados se halla unido al tronco por medio de piezas esqueléticas que forman la cintura escapular, para los miembros anteriores y la pélvica para los posteriores, integradas

fundamentalmente por una pieza dorsal (omóplato, ilion), una pieza ventral anterior (clavícula, pubis), una ventral posterior (coracoide, isquion). El miembro en sí, está formado por un primer artículo (húmero, fémur), el segundo (radio y cúbito o tibia y peroné) y las extremidades propiamente dichas, el carpo, formado por los siguientes huesos: el radial y el cubital articulados respectivamente con el radio y con el cúbito y entre ellos el hueso intermediario; un hueso central y la tercera fila formada por cinco huesos carpianos que tienen sus homólogos en el tarso, el hueso tibial, el intermediario y el peroniano, el hueso central del tarso y los cinco huesos tarsianos; el metacarpo o metatarso, formado por cinco huesos y los dedos constituídos por falanges.

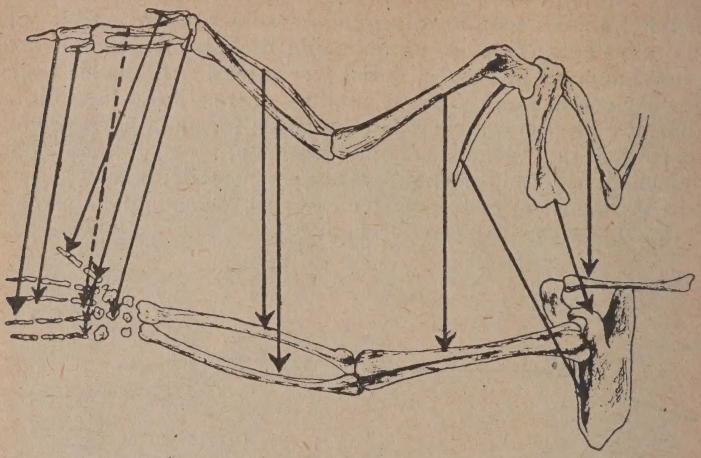


(Fig. 97.) Esquema de la estructura de los miembros de los vertebrados.

Este arreglo estructural, cuya constancia en la serie es absoluta, puede adquirir ciertas adaptaciones: al vuelo, como en las aves, en donde los huesos largos sin perder su fortaleza son mucho más ligeros, los huesos del carpo se hallan reducidos a dos por fusión o supresión de los elementos que normalmente lo integran; por lo general los dedos están reducidos a tres con una o dos falanges libres, conservando en muchos grupos el primer dedo una uña como en el cisne; en el Casoar sólo existe un dedo y la falta de funcionamiento del ala ha hecho que se atrofie, en gran parte, el esqueleto de estos miembros.

En los murciélagos, en donde el cúbito es muy reducido, limitado al tercio superior y soldado al radio, los huesos de los dedos, largos y delgados, con uñas atróficas, excepto en los murciélagos frugívoros en donde el segundo o tercer dedo conserva la última falange con su uña; en cuanto al pulgar, queda fuera del ala y tiene una uña hipertrofiada, que el animal utiliza como gancho; también esta adaptación existía en ciertos reptiles extinguidos. Los miembros se adaptan a la natación, como en los cetáceos y los pinípedos, en donde existen las mismas partes análogas mo-

dificadas en completo acuerdo con la vida acuática del animal, pues no hay articulaciones propiamente dichas, entre las diversas piezas

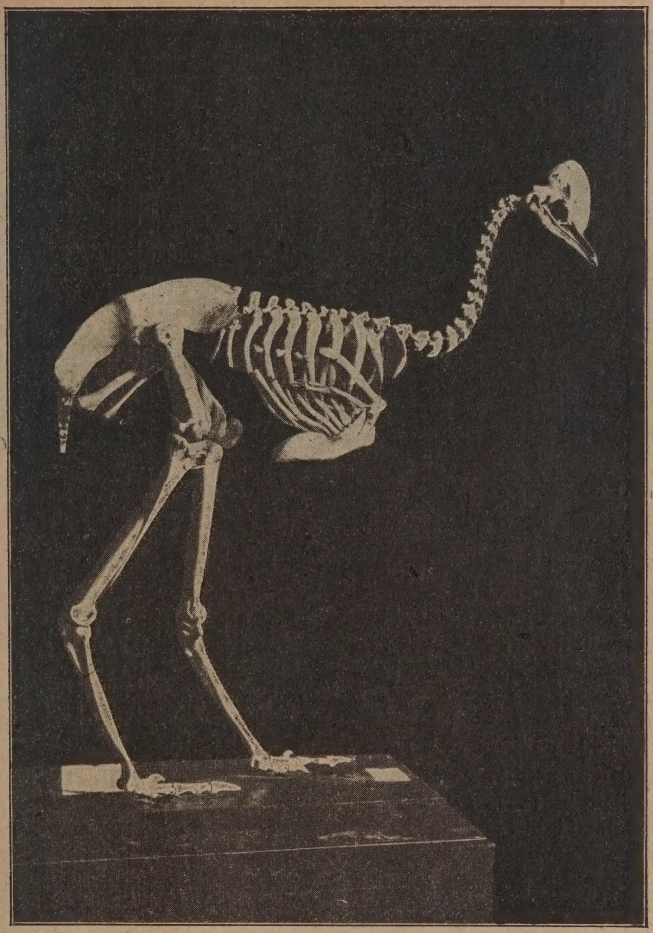


(Fig. 98.) Esquema que permite comparar fácilmente la estructura del brazo humano con la del ala de una ave.

esqueléticas, lo que, sin quitar la necesaria flexibilidad a la aleta, le da consistencia; el húmero, el cúbito y el radio son fuertes y reducidos y el número de falanges de los dedos es mayor que en otros animales para dar al órgano la amplitud que necesita para llenar sus funciones. La adaptación a la carrera llega a su más alto grado en el asno, en la cebra y en el caballo, en donde un dedo se ha hipertrofiado, el tercero; el segundo y el cuarto se hallan solamente representados por los finos metacarpianos que no llegan a ser visibles al exterior. Puede verse también la adaptación al salto en el canguro y en muchos roedores, etc.

W. B. Scott hace notar que la mano del hombre, afortunadamente para nosotros, es en realidad una estructura muy primitiva e indiferenciada que puede aplicarse a muchísimos usos distintos.

Si hubiese estado sumamente especializada para un solo objeto, el progreso humano y la civilización, no hubieran sido posibles, pues siempre han dependido de la coordinación de la mano, el ojo y el cerebro.



(Fig. 99.) Esqueleto de Casoar. Obsérvese que el esternón carece de quilla y que las alas se hallan atrofiadas. Fotografía de un ejemplar de las colecciones de la Escuela N. Preparatoria.

Entre los muchos ejemplos de análoga conformación anatómica fundamental, elegiremos el que respecta a la boca de los in-

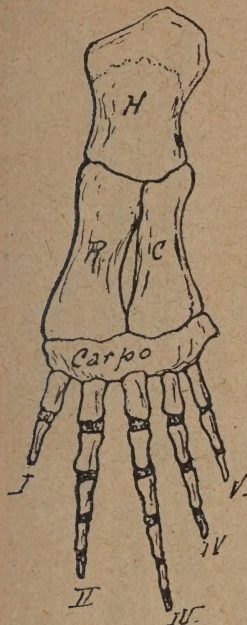
(Fig. 100.) Esqueleto de un murciélago que enseña la admirable transformación del brazo y de la mano, para convertirse en ala. Fotografía de un ejemplar de la Escuela N. Preparatoria.

sectos. Según mi distinguido colega, el profesor **Hoffmann,** "el conjunto que hoy encontramos en la cabeza de los insectos se ha desarrollado por la unión de seis segmentos primitivos, cuando menos, como nos lo prueban las investigaciones morfológicas y embriológicas correspondientes." Los límites de estos segmentos fundamentales pueden hasta cierto punto precisar por la posición, algunos órganos.

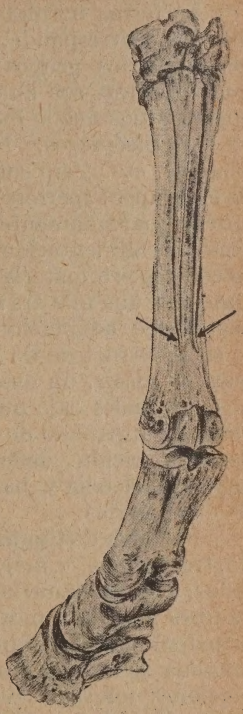
En la formación de la boca, bolsa más o menos profunda revestida de partes blandas, participa el *labrum* (labio superior) del segmento primero; las *mandíbulas* (mandíbulas superiores) del segmento cuarto; las *primeras maxilas* (mandíbulas inferiores) del segmento quinto y el *labium* (labio inferior) con sus apéndices (segundas maxilas o terceras mandíbulas) del segmento sexto.

Repartidas en las porciones blandas de la boca, se encuentran algunas formaciones duras, que probablemente podemos tomar por restos de las partes externales de los segmentos. Las más importantes de estas son el *epipharynx* en la parte superior y el *hypopharynx* (Endolabium, labio inferior, o glossa, lengua).

En la boca de forma típica encontramos las *mandíbulas*, como dos piezas fuertes masticadoras, casi siempre sin apéndices, correspondiendo a los *coxae* de las piernas.



(Fig. 101.) Esqueleto de la aleta izquierda de una ballena, según Allen. H. húmero, R. radio, C. cúbito.



(Fig. 102.) Pata de un caballo que muestra los metacarpianos atróficos, último vestigio de los dedos.

Las primeras Maxillae o mandíbulas inferiores enseñan por lo regular todavía una articulación bien definida: en una parte basal (subcoxa de las piernas toracales), después una parte casi siempre más larga: *stipes* (coxa de las piernas), y unos órganos de suma importancia morfológica: los *palpos maxilares* y dos plaquitas adaptadas a masticar, el *lobus externus* y el *lobus internus*.

El tercer par de mandíbulas del *labium* muestra la misma arti-

culación que las primeras maxillae, pero en gran parte, y a lo menos en la parte basal, están las articulaciones unidas. El órgano táctil del labium es el *palpus labialis*.

La forma normal de la boca de los insectos, corresponde, en términos generales, a los grupos más primitivos, que mastican sus alimentos, como la encontramos más o menos modificada en los Coleópteros, Neurópteros, Ortópteros, etc. Pero como el desarrollo de los grupos superiores de los insectos enseña marcadamente un cambio directo a la alimentación del animal adulto con jugos o materia líquida, encontramos de una manera admirable y muy variada, la adaptación correspondiente en la estructura de los órganos de la boca, es decir, un desarrollo de órganos especiales bajo nuevos puntos de vista, acompañado de transformación, desorganización, detención, modificación, decadencia y hasta desaparición de otras partes.

Podemos distinguir en este desarrollo, tres formas, o mejor dicho, tres estados: órganos lamedores, órganos chupadores y órganos picadores, figurando principalmente las primeras y segundas maxilas adaptadas para estas transformaciones nuevas. En gran parte se desarrollan los cambios en el estado pupal, pues muchas veces la alimentación de las orugas está basada en el trabajo masticador de las mandíbulas.

Los órganos lamedores de la boca de los himenópteros, se acercan más a la forma normal. El labrum y las mandíbulas están presentes, pero los dos pares de maxilas están más o menos alargadas y transformadas para lamer o chupar jugos.

(Fig. 103.) Fotografía de un caballo monstruoso que posee un dedo suplementario en cada uno de los miembros anteriores.

Las anomalías, como hemos dicho, no son "juegos de la naturaleza" sino la reproducción más o menos completa de un tipo de organización constante. Figura tomada del Tratado de Zootecnia de F. Dechambre.

Organos ideales para chupar, encontramos en la proboscis de los Lepidópteros, formadas por enrollamiento de las primeras maxilas más o menos alargadas, causa que implicó la degeneración más o menos completa del resto de los órganos. Existen Lepidópteros de formas primitivas (Microperygidae), que han conservado sus mandíbulas primitivas, y en el otro extremo, hay también grandes grupos (Bombycimorpha), con degeneración completa de todos los órganos, formas que en estado adulto no son capaces de alimentarse y sólo en el estado larvario se alimentan, acopiando en tal etapa, las energías necesarias.

Los órganos picadores de los Dípteros y Rhynchotos tienen también un aparato chupador, proviniendo, en la mayor parte de los casos, de una transformación adecuada del labium. Estos órganos picadores pueden degenerar y perder la facultad de funcionar, apareciendo de esta manera una gran cantidad de modificaciones, que no permiten en muchos casos, una separación exacta entre órganos chupadores y órganos picadores.

BIBLIOGRAFIA

I.—**Darwin Ch.**—El Origen de las Especies.

II.—**W. B. Scott.**—La Teoría de la Evolución y las pruebas en que se funda.

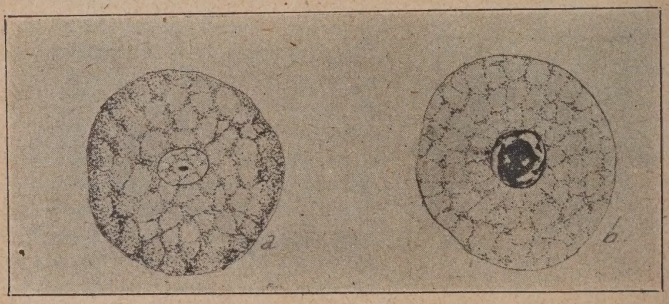
III.—**Ricardo Lozano Monzón.**—Anatomía Filosófica.

LECCION XVI

Pruebas de la teoría de la descendencia derivadas de la existencia de órganos rudimentarios y de las reacciones humorales

Una de las más bellas ciencias biológicas, la *Embriología*, tiene por objeto conocer la manera como evoluciona el huevo para llegar a dar un ser completo, análogo a sus progenitores. Como otras ciencias, se dedicó primero a verificar los hechos, a catalogarlos, a clasificarlos, y tiende, por último, a buscar la más convincente explicación de ellos.

Fue genial la fina percepción que hizo decir a **Serres** desde 1842: "*La Organogenia* humana es una anatomía comparada transitoria, como, a su vez, la Anatomía Comparada es el estado fijo y permanente de la *Organogenia humana*", o como más brevemente expresó el ilustre zoólogo de *Jena*, **Ernesto Haeckel**: "*La Ontogenia* es la recapitulación de la *Filogenia*".

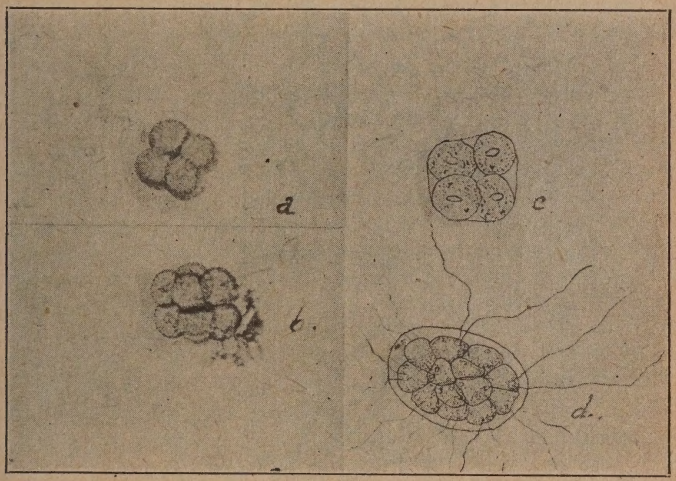


(Fig. 104.) (a) Ovulo de Ascaris megalocephala y (b) cyclospora caryolítica, según Schaudinn.

Gracias a este concepto tan sagazmente apreciado, se han podido comprender naturalmente los hechos embriológicos.

Desde luego viene a la mente el concepto de que el huevo es un elemento vivo, unicelular, comparable en su esencia con un protozoario.

En los mismos protozoarios y gracias a la división de uno de los elementos primordiales, se forman asociaciones relativamente simples como en la *Stephanosphaera* cuyas células, poco diversificadas, forman una colonia rudimentaria que adquiere un grado mayor de perfección y puede ser comparada con la mórula que se forma



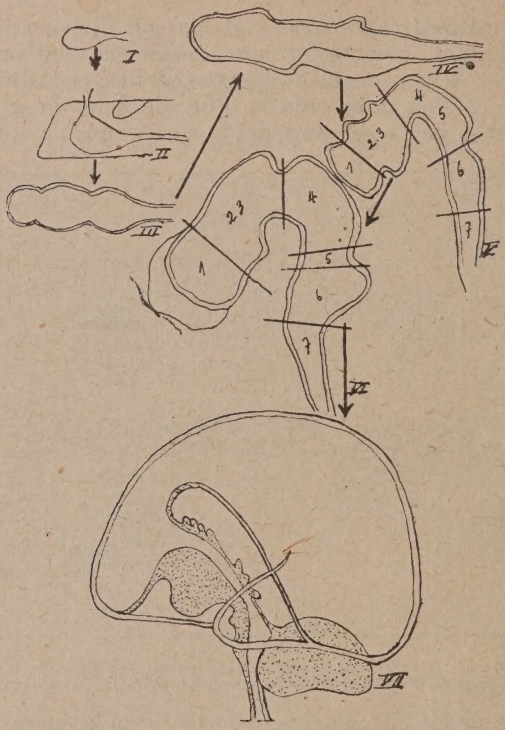
(Fig. 105.) (a) y (b) Ovulo fecundado de erizo en estado de cuatro y ocho blastómeros; (c) colonia de Stephanosphaera pluvialis, Cohn. y (d) Pandorina morum.

por división de los blastómeros, como se ve en la figura 105, que representa un embrión de erizo en el estado de ocho células.

En posteriores estados, la mórula no es ya una forma viable y el embrión pasa al estado de gástrula por la invaginación de una parte de las paredes de la mórula; en la *Filogenia* todo un grupo de animales gastreados, del que pueden citarse como ejemplo la Hidra, se hallan permanentemente constituídos por una gástrula embrionaria.

Otro hermoso ejemplo de paralelismo fundamental puede ha-

llarse en lo que respecta al sistema nervioso. Desde el final del primer día de incubación en el embrión del pollo, se forma un surco en el ectodermo que por crecimiento de sus bordes acaba pronto por formar un tubo, el tubo neural primitivo, abierto en



(Fig. 106.) Esquemas que muestran el desarrollo filogénico del encéfalo de los vertebrados:
I. Vesícula cerebral de una Ascidia.
II. Vesícula cerebral de un Anphioxus.
III. IV. Vesícula cerebral de los vertebrados inferiores.
V. Encéfalo de un embrión humano: 1. Cerebro anterior. 2. Cerebro intermedio. 3. Cerebro medio. 4. Cerebelo. 5. Protuberancia. 6. Bulbo. 7. Médula espinal.
La única vesícula de la Ascidia se subdivide sucesivamente en seis compartimentos cuyas paredes se engruesan y diferencian para dar las regiones y los centros nerviosos que podemos distinguir en el encéfalo de un hombre.
VII. Encéfalo de un hombre adulto.

sus dos extremos; las diferencias de crecimiento entre diversas porciones de este tubo, producen ensanchamientos y extrangulaciones que dan lugar a la sucesiva formación de las vesículas cerebrales, que por una admirable evolución llegan a producir el más maravilloso de todos los sistemas: el nervioso.

Durante la integración filogenética existen estados que son comparables a la vesícula cerebral de una Ascidia, al sistema nervioso de un Anphioxus, con su neuróporo cefálico bien definido; al de los de diversos vertebrados inferiores, con un número siempre creciente de vesículas, hasta llegar al encéfalo de un hombre adulto que en su desarrollo ha pasado transitoriamente por todas esas etapas que los esquemas copiados de la obra del profesor **Danysz** muestran con claridad.

Séanos permitido, por último, citar el interesante ejemplo de las hendiduras branquiales que constantemente existen formando de cinco a ocho surcos en los celacios; cinco en los teleosteos, batracios y reptiles y cuatro en las aves y mamíferos, existiendo, como se ve, esta disposición que recuerda el aparato respiratorio de los animales acuáticos en los de respiración aérea, que nunca los necesitan, no siendo extraño, por tanto, que algunas de tales formaciones rudimentarias, sin dejar de tener ese valor, durante una etapa del desarrollo se modifiquen para servir a una función especial distinta, como se observa en la hendidura branquial que llegará a formar la Trompa de Eustaquio, en la que evolucionará para concurrir a formar el maxilar, en aquella de que provendrán los huesecillos del oído medio, etc.

Estos hechos verdaderamente incontrovertibles para todas las personas que no tengan conceptos *a priori* que defender, han sido objeto de serias críticas que no queremos pasar en silencio. Desde luego, habiéndose requerido un inmenso número de años para la integración de las formas, lo que se verificó de una manera sumamente lenta, hay que convenir que tal vez no será posible una exacta y completa reproducción de todos y cada uno de los estados por los cuales ha pasado el ser para llegar a las condiciones en que ahora lo contemplamos sino que, a modo de una película cinematográfica (pedimos se nos disculpe este imperfecto símil), en la cual se toman impresiones distintas durante el largo tiempo que dura el desarrollo de un vegetal, v. g.; y a pesar de esto son bastantes para permitir la síntesis que efectúa la proyección durante algunos minutos; así, durante el desarrollo ontogénico sólo es posible una

recapitulación en la que por fuerza deben faltar muchos puntos que tuvieron lugar en la evolución filogenética.

Durante el desarrollo, el embrión debe tener aptitudes para vivir y prosperar en el medio que lo rodea, siendo esto particularmente perceptible en los individuos jóvenes que llevan una vida independiente que los obliga, en virtud de la lucha por la existencia, a múltiples adaptaciones sin las cuales perecerían; tiene razón, pues, **W. B. Scott** al insistir en que, cuando se trate de interpretar la significación de los hechos embriológicos, es necesario distinguir con cuidado los caracteres que provienen de un largo pasado ancestral, los caracteres palingenéticos, de los que la larva ha adquirido en la lucha por la existencia, es decir, de los caracteres cenogenéticos; aunque a decir de **Cope** (1), gracias a las adaptaciones estructurales que aparecen en los primeros estados ontogénicos es posible "una exacta recapitulación de la *Filogenia*."

Ninguna de estas críticas niega el valor de las pruebas embriológicas para la teoría de la descendencia, solamente tienden a buscar la recta aplicación de esta ley biogenética y a corregir los abusos que su imperfecto conocimiento originó.

La teoría de la descendencia permite dar una explicación convincente acerca de algunos órganos que, sin desempeñar ninguna función, persisten de acuerdo con la unidad estructural de los distintos filums de los vegetales y de los animales. Dice **Geoffroy Saint-Hilaire:** "El elemento anatómico queda siempre comparable aunque desaparezca, porque entonces quedan todavía para el observador, vestigios que indican su desaparición."

Como ejemplos de esta verdad pueden citarse la profunda atrofia que la falta de uso ha originado en los ojos del topo de Europa y en los de la Mano de Metate (Syphonops mexicana); los rudimentos de ala del *Casoar* o del *Apterix*; las extremidades posteriores del embrión de la ballena que después se atrofian, el hecho señalado por **Kükenthal** acerca de la densa envoltura de pelo que en el adulto desaparece, pues resulta del todo inútil puesto que un espeso tejido adiposo protege a estos animales acuáticos contra la pérdida de calor; los numerosos dientes rudimentarios que existen no solamente en la ballena, sino también en diversos rumiantes, en los embriones de las ardillas, etc.; proyectando inesperadas claridades los órganos rudimentarios para confirmar los conceptos deducidos de la *Paleontología*, v. g., el estudio de los fósiles nos enseña que

(1) Cope E. D. The origen of the Fittest.

las aves se derivan de los reptiles y el hallazgo de órganos dentarios en los embriones de ciertas aves, aunque después sean reabsorbidos, confirma tal opinión. La presencia de vértebras caudales en el embrión humano, aunque después se atrofien y en parte desaparezcan y tantos otros innumerables hechos que se observan en

(Fig. 107.) Apterix en donde las alas se han atrofiado. Fotografía de las colecciones de la Escuela N. Preparatoria.

todas las especies y particularmente en la humana, originan la convicción de que estos órganos sólo son explicables admitiendo que los seres tienen una comunidad de origen. Dice Mr. **Richard Lydekker:** "Supongamos que un vapor de hélice, con su eje longitudinal que va desde la máquina hasta la popa lleva la hélice, revélanse, mediante un examen minucioso, señales de que primitivamente había sido un barco de ruedas: se encuentran restos reconocibles de las cajas de las ruedas de paletas, de los cojines para un eje transversal, etc.; ¿cuál sería la deducción inevitable? Nadie sostendría que un ingeniero naval, en su sano juicio, al construir un vapor de hélice había introducido disposiciones características que sólo son útiles y apropiadas en un vapor de ruedas. La única explicación razonable sería que el navío había sido construído primitivamente como barco de ruedas, y que posteriormente había sido convertido en barco de hélice, y que en esta transformación no había sido necesario hacer desaparecer por completo todos los vestigios de su primitiva construcción."

Evidentemente, el mismo razonamiento es aplicable a los órganos rudimentarios. La única explicación satisfactoria de tales vestigios es que sus poseedores descienden de antepasados en los cuales aquellos órganos ejecutaban plenamente sus funciones.

Los naturalistas que desean explicar el desarrollo de los seres en virtud de las actuales fuerzas que sobre ellos obran, de ninguna manera niegan estos hechos, ni esquivan las consecuencias de la teoría de la descendencia y sólo por medio de una *Embriología* causal, que tienden a instituir, desean profundizar el análisis y afirmar el concepto de hechos que por ahora solamente de una manera un tanto global e imperfecta nos es dable percibir.

PRUEBAS DERIVADAS DE LAS REACCIONES HUMORALES.—Nuevas y muy convincentes pruebas, no sospechadas ni por **Darwin**, ni por los demás fundadores de la teoría de la descendencia, han venido a proporcionar los modernos estudios zoológicos.

Si se añaden al suero de un conejo, previamente inyectado con sangre de cuy, algunas gotas de sangre de este último roedor, puede comprobarse que la mezcla, en un principio opaca, acaba por volverse transparente tomando un color vinoso debido a que el primer suero ha adquirido la nueva y curiosa propiedad de atacar y disolver, gracias a la *hemolisina* que ha elaborado, la sangre para la cual se le sensibilizó.

Cuando se extrae sangre de un caballo, se separa en un tubo

el suero cristalino y se mezcla con el suero, también transparente, de la sangre de gallina, se ve que ambos líquidos conservan perfectamente su limpidez; pero si se inyecta al caballo, durante cierto tiempo, sangre de gallina desfibrinada, las albúminas extrañas acaban por causar la producción de un anticuerpo, de una *precipitina*, de manera que si se añaden al suero de la gallina unas gotas del que provenga del caballo inmunizado, de la manera que acabamos de explicar, se enturbia inmediatamente formándose un precipitado que acaba por depositarse en el fondo del tubo. Toda albúmina animal o vegetal es capaz de ser precipitada por el antisuero correspondiente.

Estas propiedades hemolisantes y precipitantes, se extienden a las especies vecinas con tanta más eficacia cuanto más cercano es su grado de parentesco, así, v. g., el suero de conejo después de algunas inyecciones de sangre de gallina es apropósito para disolver no únicamente los hematíes de esta ave sino también los del guajolote y en menos grado los de la paloma, poseyendo, pues, estas reacciones,en muchos casos, el valor de familia o filogenético que permite sustentar un criterio basado en datos positivos acerca del grado real de parentesco entre las especies; **Ulenhuth** por ejemplo, nos enseña que el suero de un animal preparado con sangre de buey, precipita abundantemente con el de individuos de la misma especie, pero no da esta reacción con el suero de toda una serie de mamíferos aparentemente afines como el carnero y el ciervo, de modo que el parentesco entre estos animales es menos cercano que entre las Gallináceas y las Columbídeas; el antisuero de conejo precipita con el de liebre, el de perro con el de zorro, el de caballo con el de asno y el de tapir, el de cabra con el de carnero, el de cerdo con el de jabalí, etc., etc.

En 1902 **Grümbaum** de *Liverpool*, pudo proporcionarse la necesaria cantidad de sangre de Gorila, Chimpancé y Orangután, para hacer experiencias desde el punto de vista de que tratamos, habiendo podido comprobar que el suero de estos Antropomorfos da un precipitado inequívoco no solamente con el de las especies citadas entre sí, sino también con el humano "es imposible distinguir este precipitado desde el punto de vista de la calidad y de la cantidad del que se obtiene con la sangre del hombre." Estos hechos afirman que existen entre estos Primates y la especie humana, no únicamente fundadas analogías anatómicas y funcionales, sino también de consanguinidad, hecho ya presumible por la lamentable

aptitud que poseen estos monos para compartir con el hombre, la sífilis y otras enfermedades infecciosas.

Las reacciones de que nos ocupamos son muy sensibles, pues los diagnósticos que en ella se fundan pueden hacerse con extractos que contengan 1\100,000 del peso de la albúmina que se trata de determinar, pudiendo efectuarse aún con órganos de animales momificados o que, como lo verificó **Friedenthal** en el caso del *Mammuth*, que se ha conservado entre los hielos durante millares de años.

BIBLIOGRAFIA

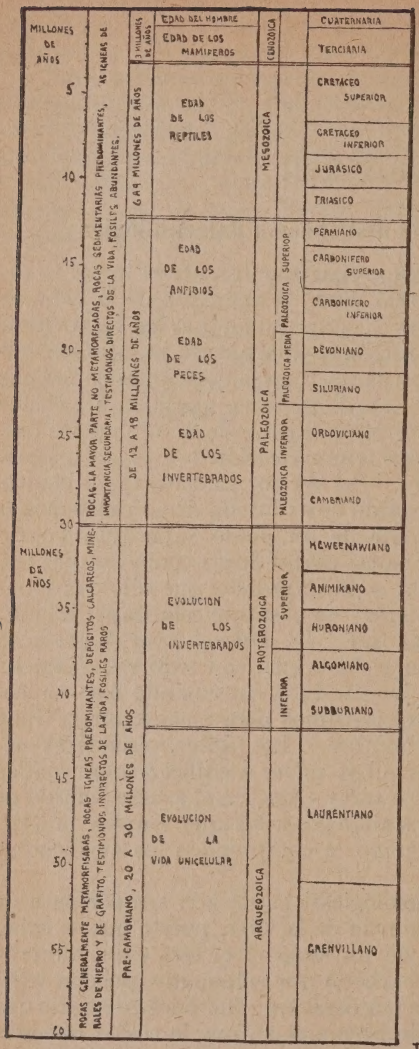
1.—**W. B. Scott.**—La Teoría de la Evolución.
2.—**Ricardo Lozano Monzón.**—Anatomía Filosófica.
3.—**Cope E. D.**—The Origen of the Fittest.
4.—**J. Danysz.**—La Genése de L'Energie Psychique.

LECCION XVII

Pruebas derivadas de la distribución Paleontológica

Los antiguos paleontólogos creían que durante el inmenso espacio de tiempo que transcurrió desde la aparición de la vida, se verificaron repetidas catástrofes que, aniquilando a los seres vivos, causaron la extinción de las especies, siendo precisa la intervención de la Divinidad para que se efectuaran nuevas creaciones de formas en general más perfectas; de esta manera se explica que, en las diversas edades geológicas, unos seres dejaron de existir y otros fueron apareciendo. A pesar de la gran imperfección de los archivos geológicos, pues multitud de seres, bien sea por su contextura blanda o por otras razones, no han podido dejar huella de su existencia o bien, la han dejado únicamente de un modo imperfecto puesto que sólo se conservan determinadas partes duras como los dientes, conchas, escamas, huesos, etc., o ya improntas que sólo con laborioso estudio pueden interpretarse; no obstante esta imperfección, tiene razón **Guiard** al afirmar que "La *Paleontología* se presenta ante nosotros, como gigantesco archivo que, con todo y sus lamentables lagunas que el porvenir irá sin duda subsanando más y más, nos suministra documentos preciosísimos para reconstruir la línea ancestral de los animales y del hombre." Los fósiles, verdaderas medallas de la creación, nos permiten volver a edificar sobre sólidas bases, la historia natural de los seres vivos, en el exacto sentido de la palabra, por procedimientos análogos a los que emplea la Historia propiamente dicha tal como la comprenden los sociólogos y los filósofos.

En las primeras edades geológicas, la elevada temperatura de la tierra no consintió la existencia de la vida, puesto que se sabe, que la materia fundamental de los seres vivos está esencialmente integrada por compuestos de carbono que solamente pueden existir dentro de ciertos límites de temperatura; fue pues necesario que los mares se fueran enfriando poco a poco, que la costra terrestre comenzara a emergir y que todavía transcurrieran grandes perío-



dos de tiempo para que la vida, en imperfectos ensayos, principiara a manifestarse.

Con gran dificultad puede la imaginación humana concebir el enorme lapso de tiempo que ha transcurrido desde tan remotas épocas geológicas; **Osborn**, basándose en el espesor relativo de las rocas pro y postcambrianas, aprecia estos períodos en 60 millones de años, cifra considerada muy baja por otros autores y especialmente por **Strutt** y **Koenigsberger** quienes fundándose en el tiempo necesario para la desintegración de las substancias radio activas, lo estiman en 500 millones.

Los recientes hallazgos paleontológicos, entre los que deben citarse los del Dr. **Walcott,** han permitido que podamos formarnos una idea de la profusión de formas vivas que poblaron los remotos mares del período Cambriano, primero de la época Paleozoica, que de una manera indiscutible puede servir de punto de partida, aunque debe advertirse que diversos investigadores han contribuído con hallazgos más o me-

L.A

nos discutidos, a imbuir el concepto de la existencia de la vida desde las eras precámbricas.

El siguiente cuadro da la idea clara de la sucesión de las eras, a partir de la Paleozoica y de la división de éstas en sus más importantes períodos.

Es extraordinariamente difícil explicar, aunque sea en sus grandes lineamientos, hechos tan grandiosos como la evolución de la vida, durante los breves minutos de que dispongo en esta cátedra, por lo que me veré obligado, para poderme referir concreta-

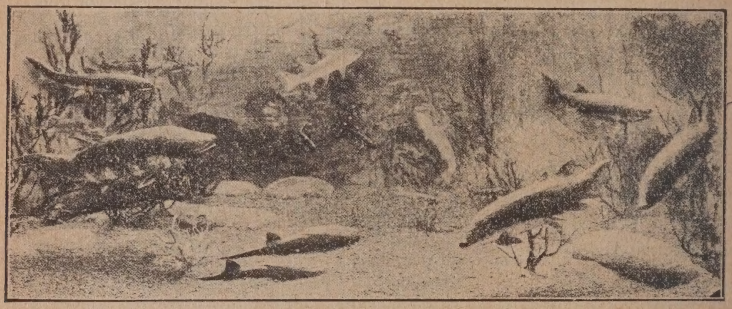
Era cenozoica	Período cuaternario	Epoca moderna	Edad actual.
		,, pleistocena	
	Período terciario	Epoca pliocena	Edad de las aves y de los mamíferos.
		,, miocena	
		,, oligocena	
		,, eocena	
		,, paleocena	
Era mesozoica	Período cretáceo		Edad de los reptiles
	,, jurásico		
	,, triásico		
Era paleozoica	Período permiano		Edad de los anfibios
	,, carbonífero		
	,, devoniano		Edad de los peces...
	,, siluriano		
	,, ordoviciano		Edad de los invertebrados ...
	,, cambriano		
Eras precambrianas.			

(Fig. 109.)

mente a un punto, a ejemplificar sólo con lo que respecta a los vertebrados prescindiendo, muy a mi pesar, de los innumerables y elocuentísimos hechos que podrían citarse en lo que respecta a otros tipos zoológicos.

Aun cuando desde el *Ordoviciano*, de la época Paleozoica, se hallan los más antiguos vestigios de los seres que antecedieron a los peces, es necesario llegar hasta el *Devoniano* para encontrar con seguridad estos vertebrados, perfectamente constituídos, cuyas formas antiquísimas vemos aún representadas en algunos peces *Ganoideos* como el esturión de los ríos y mares de Rusia y el *Scaphirynchus cataphractus* del Missisipí, en el *Polypterus* del Nilo, en los *Dipnoicos* como el *Protóptero* del África tropical o en el *Lepidosiren*

paradoxa Fitzg. del Brasil. En el Carbonífero inferior principian a aparecer, en aquella atmósfera extraordinariamente húmeda y cálida en donde la vida se manifiesta con sorprendente profusión, los *Laberintodontos* semejantes a enormes Salamandras y otros gigantescos Anfibios, que continuándose en el Carbonífero superior y aun en el Pérmico, alcanzan un sorprendente desarrollo. La Era Mesozoica podría con justicia denominarse la edad de los reptiles, pues desde el Triásico inician su aparición estos vertebrados, cuyo carácter más importante es presentar definitivas adaptaciones para la vida aérea, originadas, probablemente, no sólo por la acción de una temperatura cálida, sino también por el medio semi-árido, favorable, como dice **Osborn,** a un sistema nervioso sensible, a movimientos alertas y a una armadura escamosa. Quince a veinte millones de años



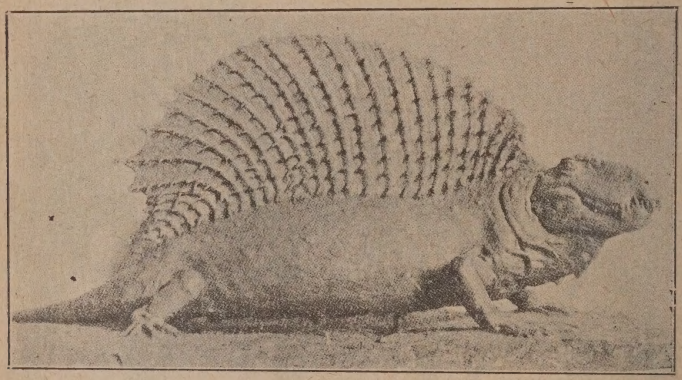
(Fig. 110.) Acuario fósil en donde están representados los más importantes peces del Devoniano. Esta magnífica reconstrucción se exhibe en la galería de los peces, del American Museum of Natural History.

en que ellos predominaron, permitieron que estos vertebrados, por adaptaciones sucesivas, afectaran las más extraordinarias formas; ya la de monstruos carnívoros complicadísimos, como el *Trachodon* cuyos esqueletos se exhiben en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York, ya la de *Cotylosaurus* cuyo último representante, aunque de pequeñas dimensiones, es nuestro "Escorpión" (*Heloderma horridum* Wiegmann), ya la de gigantes carnívoros cuyas apófisis espinosas sustentaban enorme cresta dorsal como el *Dimetrodon*, de Texas septentrional, que recuerda a nuestras iguanas, ya la del *Naosaurus* de singular carapacho espinoso, encontrado también en Texas; ya la de reptiles pisciformes o de formas dispuestas a la natación en los mares Triásico y Cretáceo o la de tortu-

(Fig. 111.) Grandes dinosaurus que se exhiben en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York.

gas gigantescas del Cretáceo superior, o bien, para que nada faltara en esta pasmosa diversificación de formas, la de reptiles cuyos miembros sufrieron admirable adaptación para el vuelo, como se ve en el *Pterodactylus* de alas membranosas, o en el célebre *Archeopterix* jurásico, cuyas vértebras caudales estaban provistas de verdaderas plumas y cuyos miembros también se habían transformado en imperfectas alas.

Desde esta época, el viejo tronco de los reptiles origina, por divergente evolución, las dos clases más recientes de los vertebrados, las aves y los mamíferos que, iniciándose desde tan antigua época y pasando las primeras por un imperfecto estado bípedo en el Triásico, adaptándose a una vida arborícola con escaso poder para volar en el Jurásico, dando tipos variados para la vida terres-

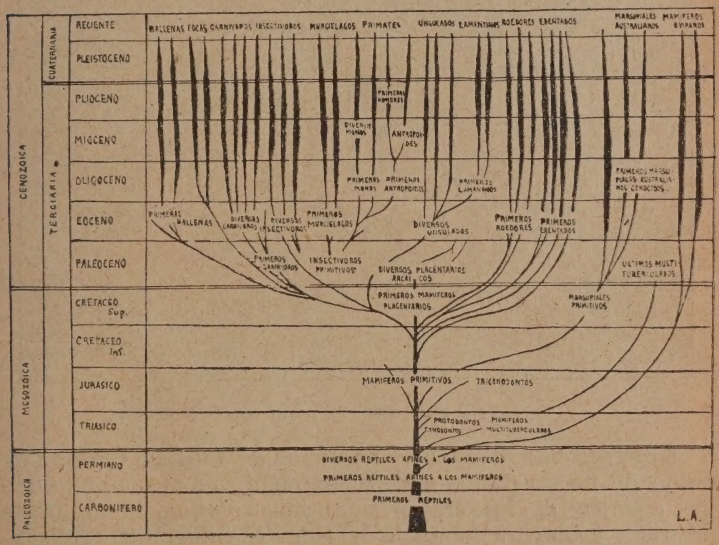


(Fig. 112.) Neosaurus de Texas. Curioso reptil provisto de una especie de carapacho; esta reconstrucción se exhibe en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York.

tre y acuática en el Cretáceo y produciendo aves con pico provisto de dientes en el Cretáceo superior (hecho que constantemente nos recuerda la *Ontogenia*); desde el Terciario, marcan la diferenciación que hoy se nota en las aves para dar los tipos que, como el avestruz, están adaptados a la carrera o como el resto de las aves de nuestra época (*Carinates*), se encuentran dispuestas para el vuelo.

El profesor **Steinmann** considera como escandaloso para la ciencia, que aun se continúe la discusión de si los mamíferos provienen de los anfibios o de los reptiles, nosotros nos inclinamos

principalmente teniendo en cuenta su estructura a considerar como un lazo real de parentesco que enseña sus relaciones filogenéticas, la existencia actual de mamíferos ovíparos con gran número de caracteres anatómicos y fisiológicos (existencia de una cloaca, presencia del hueso coracóideo, cerebro liso con cuerpo calloso rudimentario, etc., etc.) que claramente los ligan a los reptiles. Estos mamíferos prototerianos, los monotremas de Australia y Nueva Guinea, son, como lo demuestra el hallazgo de fósiles cuando menas desde el Jurásico, los más antiguos de los mamíferos. Célebre por su inmenso campo de exacta aplicación es el aforismo del genial **Linneo;** *que la naturaleza no procede por saltos*, así es que, partiendo de estos vertebrados ovíparos asistimos a la aparición de los metaterianos, en gran apogeo durante el Cretáceo, bien representados



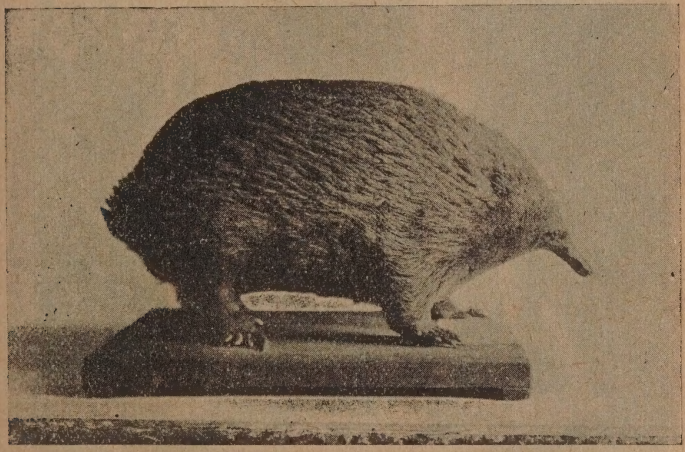
(Fig. 113.) Filogenia de los mamíferos según Osborn. Arborización adaptativa de los mamíferos. Provienen de los reptiles Cynodontos triásicos y se dividen en tres ramas principales: (A) Los mamíferos primitivos reptilianos y ovíparos (monotremas). (B) Los mamíferos vivíparos metaterianos (marsupiales), y (C) Los mamíferos placentarios (euterianos). Esta evolución y esta expansión adaptativa de la que provienen treinta órdenes se produjo, aproximadamente, durante los cuatro millones de años que transcurrieron desde el Cretáceo superior hasta fines del Terciario.

actualmente en Australia y escasamente en nuestro país por el tlacuache (*Didelphis*), que muestran un útero imperfecto que sólo permitirá que se efectúen en el interior de la madre las primeras fases del desarrollo fetal; desde fines del Cretáceo aparece ya el más trascendente perfeccionamiento en ese tipo, la presencia de una placenta que, haciendo posibles estrechísimas relaciones entre la madre y el hijo, origina la evolución del útero y permite que el desarrollo del pequeño mamífero se efectúe en el más propicio de todos los medios, con una temperatura adecuada, con una humedad constante, al abrigo de las contaminaciones microbianas, en el seno maternal.

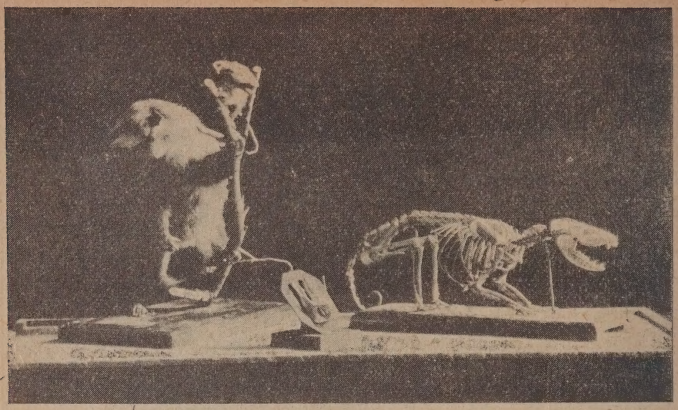
(Fig. 114.) Pterodactylo, reptil volador fósil.

La exposición de estos hechos fundamentales no es sino la expresión de un constante perfeccionamiento en el conjunto de los seres a partir de las eras precambrianas en que, de una manera misteriosa y obscura se inicia la vida, se integra la célula y el mundo corresponde por entero a los protozoarios. Más de 20 millones de años imperan únicamente estos seres unicelulares, y ya que en esta abreviada exposición sólo podemos entrever la evolución de los animales, señalaremos el hecho de que a los protozoarios siguen los múltiples invertebrados desde fines del Laurentino hasta

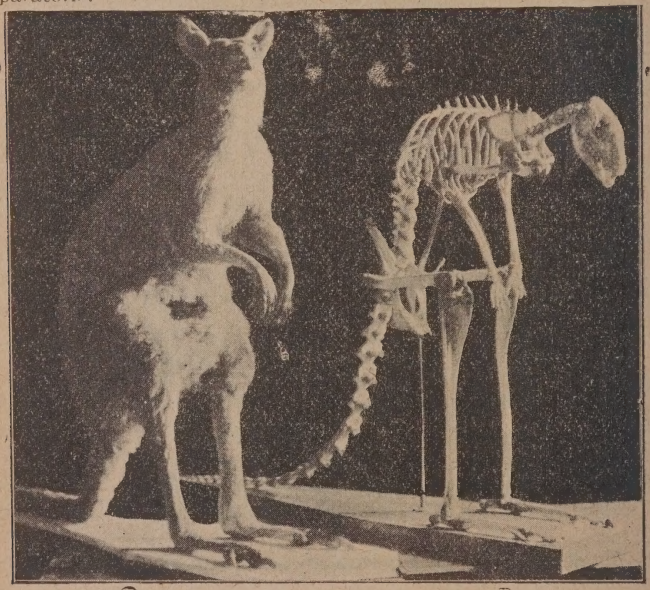
(Fig. 115.) Ornithorhynchus australiano, mamífero muy antiguo que desde el Pérmico se derivó de los reptiles.



(Fig. 116.) Echidna. Mamífero australiano del mismo grupo que el Ornithorhynchus con adaptaciones posteriores para alimentarse de hormigas. Colección de la Escuela N. Preparatoria.



(Fig. 117.) Fotografía de un Tlacuache (Didelphis); de la pelvis mostrando los huesos marsupiales y de un esqueleto completo. Colección de la Escuela N. Preparatoria.



(Fig. 118). Fotografía de un Kanguro y del esqueleto de este curioso mamífero metateriano. Colecciones de la Escuela N. Preparatoria.

fines del Ordoviciano; aparecen los peces en la Epoca Paleozoica, siguen a éstos los batracios, continúan los reptiles en el Mesozoico y a la Epoca Cenozoica se puede denominar la edad de los mamíferos; principian los menos perfeccionados, los prototerianos como el *Ornithorhynchus* y el *Echidna*, continúan los metaterianos y por último los admirablemente dispuestos mamíferos placentarios, terminan por reinar hasta la época reciente siendo entre éstos, la última expresión de su *filum*, el hombre que tiene su origen en el mismo tronco que los primates y que es, con relación a la historia de la vida, no sólo el más reciente sino el que, aun no perfectamente adaptado y en plena obra constructiva y demoledora, está sujeto a las múltiples modificaciones que las incontrastables y poderosas fuerzas evolutivas le imponen.

BIBLIOGRAFIA

1.—**W. B. Scott.**—La Teoría de la Evolución y las pruebas en que se funda.
2.—**Henry F. Osborn.**—L'Origine et l'evolution de la vie.
3.—**Ricardo Lozano Monzón.**—Anatomía Filosófica.

LECCION XVIII

Pruebas derivadas de la distribución geográfica

Las personas que no admiten la doctrina de la evolución creen que la presencia de una misma especie animal o vegetal en lugares distantes, se debe a que tales seres fueron creados en los sitios en que se hallan, pensando que existe una gran pluralidad de origen que corresponde a las diversas épocas en que se efectuaron las creaciones especiales.

Estos conceptos no pueden llevar el convencimiento a quienes deseamos interpretar los fenómenos naturales de acuerdo con las leyes que rigen a la naturaleza, a los que no nos basta con la simple invocación de poderes sobrenaturales, aunque sea hecha repetidas veces, para probar las cosas.

Las investigaciones científicas nos inclinan, por lo contrario, a considerar como verosímil y muy probable, la existencia de centros únicos de aparición de las especies y a buscar la clave de su distribución geográfica en las condiciones no sólo presentes, sino también pasadas de la evolución geológica, y en los propios medios que para diseminarse poseen, pues las análogas condiciones climatéricas, no bastan para dar cuenta de las diferencias entre la fauna y la flora de diversas regiones.

Las semillas son, con mucha frecuencia, diseminadas por medio del viento que, obrando sobre dispositivos apropiados, las transporta a considerables distancias, v. gr., numerosísimas compuestas tienen sus frutos provistos de una suerte de paracaídas rígido y ligero, de un bilano, por medio del cual son diseminadas; lo mismo podría decirse, substancialmente, de las Clematis, cuyos frutos poseen un largo apéndice plumoso con el mismo fin; las alas de la semilla del fresno y las brácteas de la Bougainvillea tienen un uso análogo; diversas Geraniáceas, Euforbiáceas, Oxalídeas y ciertas Cucurbitáceas y Cactáceas, se abren bruscamente arrojando lejos de sí sus frutos o sus semillas.

En las plantas acuáticas no es raro hallar estructuras especiales por medio de las cuales, las semillas pueden ser transportadas a muy considerables distancias, como se ve en los frutos de la palma de coco (Coco de agua), que pueden ser llevados por las corrientes oceánicas a enormes distancias sin que pierdan su facultad de germinar.

Uno de los árboles que mejor contribuyen a dar su típico aspecto a la meseta mexicana, es el árbol del Perú *(Schinus molle)*, importado a nuestro país por el primer Virrey de Nueva España, don Antonio de Mendoza. Este árbol produce hermosos racimos de frutos rojos, muy gustados por las aves, especialmente por el zenzontle *(Mimus poliglotus)*, que al ingerir el fruto no altera en modo alguno las semillas, que son arrojadas conservando su poder de germinar, habiendo sido diseminadas por este pájaro en la inmensa extensión de nuestra altiplanicie. Esta capacidad de poder ingerir los granos de muchas plantas y conservarlos en el buche, no solamente sin perjuicio, sino aún con ventaja, fué demostrada experimentalmente por el ilustre Darwin quien dice:

(Fig. 119.) Cornamenta de Bobinae hallada en el Tajo de Tequisquiac. Colección de la Escuela N. Preparatoria.

"Las aves vivas son agentes muy eficaces para el transporte de semillas. Podríamos citar muchos hechos que demuestran cuán frecuentemente son arrastradas por los vientos a muy grandes distancias a través del Océano, aves de muchas clases. Sin riesgo podríamos afirmar que en tales circunstancias, la velocidad de su vuelo es a menudo de 35 millas por hora, aunque algunos autores la han calculado en mucho más todavía.

"Nunca hemos visto un caso de granos nutritivos que hayan pasado por los intestinos de un pájaro; pero las semillas duras de

las frutas pasan sin sufrir alteración aun por los órganos digestivos de un pavo. En el transcurso de dos meses recogimos en nuestro jardín, del excremento de pájaros pequeños, 12 clases de semillas, perfectas al parecer, algunas de las cuales fueron sembradas y germinaron. Pero el siguiente hecho es más importante: los buches de los pájaros, no secretan jugo gástrico y no las dañan en lo más mínimo, como nos lo ha señalado la experiencia de la germinación de los granos. Ahora bien, cuando una ave ha encontrado y devorado gran cantidad de alimento, está positivamente averiguado, que en el espacio de 12 y hasta de 18 horas, no pasan todos los granos a la molleja, y en tal intervalo podría el ave ser fácilmente impelida por el viento a distancia de 500 millas, y como se sabe que las aves de rapiña buscan aves cansadas, al destrozarlas, puede fácilmente quedar esparcido el contenido de sus buches. Algunos buitres y lechuzas se tragan su presa entera y después de un intervalo de 12 a 20 horas, vomitan unas pelotillas que, según hemos visto en experimentos hechos en los jardines zoológicos, contienen semillas susceptibles de germinar. Algunas semillas de avena, trigo, mijo, alpiste, cáñamo, clavo y acelga germinaron después de haber estado de 12 a 21 horas en los estómagos de diferentes aves de rapiña, y 2 semillas de acelga crecieron después de haber estado de este modo dos días y 14 horas."

Los animales también transportan y propagan numerosos gérmenes, así por ejemplo, multitud de aves zancudas y palmípedas llevan consigo, en las patas y en el pico, numerosísimos gérmenes en tan inesperada cantidad, que es preciso conservar un poco de este material, en condiciones adecuadas, para ver cuán numerosas son las plantas que brotan y cuán variado conjunto de animales viven en él, o están representados por huevecillos con todas sus aptitudes para desarrollarse. No pasó desapercibido este hecho al sagaz Darwin; el gran naturalista inglés nos enseña en su obra inmortal, cómo aun los gelatinosos huevos de batracios pueden ser transportados de la manera que hemos dicho. Los peces, los insectos que pueden ser arrastrados por los fuertes vientos a distancias no sospechadas; los vertebrados que llevan adheridos a sus tegumentos, fragmentos de plantas, huevos y semillas, y el hombre mismo, son poderosos agentes para extender el área de los seres vivos, dondequiera que las condiciones les son propicias.

A pesar de la extraordinaria importancia de estos hechos y no obstante lo mucho que explican, es forzoso convenir en que no bas-

tan para conocer completamente la repartición de la fauna y de la flora; es pues necesario tener en cuenta las pasadas condiciones que hicieron factible la actual distribución geográfica. En antiguas épocas ni la temperatura, ni la humedad, ni la forma y aspecto de los continentes, ni tampoco sus relaciones fueron comparables a lo que hoy se observa; es engañosa su aparente inmovilidad y su persistencia, pues modificaciones profundas ineludiblemente ligadas a los cambios físico-químicos que experimenta la tierra y a las incontrastables fuerzas cósmicas, hacen que no sólo en las épocas geológicas sino también en la actualidad, sea nuestro planeta sitio de transformaciones que lentamente, en el transcurso de los tiempos, lo modifican.

(Fig. 120.) Mandíbulas de Elephas halladas en el Tajo de Tequisquiac. Colección de la Escuela N. Preparatoria.

Con respecto a nuestra América, las investigaciones de los geólogos nos enseñan que la presencia de un ancho mar, que ocupaba la porción en que actualmente están situados la mayor parte de

la América Central y el Istmo de Panamá, dividió profundamente lo que es ahora América del Norte y Central de la América del Sur; por otro lado, en diversas épocas, estuvo repetidamente unida y separada la América del Norte de Europa y del norte de Asia por tierras que se extendían desde Groenlandia hasta Escandinavia, siendo, gracias a estas relaciones, explicable que en distintas épocas y especialmente en el Pleistoceno, se hayan podido efectuar grandes invasiones de mamíferos de origen asiático como los Ursídeos, Antilocaprídeos, Bovídeos y Cervídeos que aún se hallan representados en el norte de nuestro país y en la región sonorana por el Oso, el Berrendo, el Cíbolo (Bison Americanus), (aniquilado recientemente en nuestro país por la destructora mano del hombre) y los múltiples ciervos de esa zona.

(Fig. 121.) Distribución de los Equídeos durante el Pleistoceno, (en negro). Los primeros ancestros terciarios de los Equídeos se encontraron en las regiones neárticas y paleárticas. La serie americana es más directa que la europea hasta el final del terciario. Diversas consideraciones indican que su centro de dispersión estuvo en el Noreste del Asia o en el Noroeste de la América del Norte, según W. B. Matthew.

Muy importante fué la presencia del Mamuth siberiano, de piel peluda, cuyos restos se han hallado en Nombre de Dios, Durango, en Zacatecas, y en el Tajo de Tequisquiac del Valle de México; otras especies de admirable grandor y corpulencia llegaron en igual época; el gran elefante de Colón (Elephas Columbi) una de cuyas defensas que está considerada como la más grande del mundo, se exhibe en nuestro Instituto Geológico; un Rinoceronte, el *Dihoplus Schiermacher, Kaups.*

De la región neotropical pudo efectuarse, cuando hubo medios que lo permitieron, la invasión de gigantescos armadillos de los cuales se conserva el carapacho de un enorme Clyptodon (Clyptodon mexicanus), que se exhibe en el Museo de Historia Natural, el puerco espín, probablemente el tlacuache, el tapir y otros animales que aún existen en las regiones calientes de Veracruz, Tabasco y Chiapas, y aprovechando también el mismo camino otros animales americanos, como el mastodonte y el caballo, penetraron hasta la América del Sur. Así como el guanaco, que todavía fué hallado en nuestra patria por el ilustre naturalista don Francisco Hernández, y el Llama, que pasaron de ese continente al norte de América.

Según **Matthew,** el centro de dispersión del caballo estuvo situado entre Europa y los Estados Unidos, es decir, en tierras que se encontraban entre ambos continentes pero que comunicaban con la porción norte del Asia. A partir desde el más antiguo ancestro del caballo del Eoceno, con sus cuatro dedos bien desarrollados, el Eohippus, relacionado por graduales transformaciones con el Mesohippus tridigitado (con el 2^{o} y 4^{o} dedos un tanto atrofiados), y con el Protohippus del Mioceno superior, se forman dos ramas, (1), una que por el Istmo de Panamá pasó a Sud América (como lo indica la flecha de la figura 121) y otra rama representada por el Hipparion y por el Eqqus extendida en Europa, Asia y Africa. (2)

Aunque el tronco original de donde procedieron los caballos fué principalmente vecino al norte de América, los que actualmente habitan en nuestro continente fueron, como se sabe, importados del Antiguo Mundo.

---

(1) Esta rama estuvo ampliamente representada en México cuando menos por cinco especies de caballos.

(2) Equus crenidens, Cope.
E. tau, Owen.
E. Occidentale. Levdi.
E. Naraci, Cope.
E. platvstilus, Cope.

Volviendo al reino vegetal es realmente un caso sorprendente la comunidad de vegetación en las regiones alpinas de todas las montañas del globo en puntos separados por distancias inmensas en donde existe diversa vegetación, sin que encontremos entre las causas actuales una explicación de cómo pueden haber emigrado de un punto a otro; así, existe una misma especie viviendo en idénticas comarcas del norte y del sur de Europa, en las montañas mexicanas y en las del Labrador, etc. Debemos al ilustre **Agassiz** la orientación que nos conduce a buscar una explicación de estos hechos en los períodos glaciales que, como se sabe, invadieron en diversas épocas y repetidas veces tanto el Hemisferio Norte como el Sur, dejando, aun en países en donde en la actualidad impera un clima cálido, señales evidentes de la existencia de corrientes de hielo que invadieron los valles.

(Fig. 122.) Bosquejo de la evolución del Eohippus (A), Orchipuus (B) y Mesohippus (C), tomada de The Evolution of the Horse publicada por The American Museum of Natural History.

Dice **Darwin**: "La influencia primitiva del clima glacial en la distribución de los habitantes de Europa tal como lo explica **Edward Forbes** es, en substancia, como sigue: comprendemos más fácilmente los cambios, suponiendo que un nuevo período glacial se presenta lentamente y desaparece luego, como ocurrió en otros tiempos. Al ir entrando el frío, y conforme una zona más al sur se fuera haciendo a propósito para los habitantes del norte, irían éstos ocupando los lugares de los primeros habitantes de las regiones templadas. Estos últimos, al mismo tiempo, irían viajando cada vez más al sur, hasta que fueran detenidos por barreras insuperables, en cuyo caso perecerían. Las montañas quedarían cubiertas de nieve y hielo, y sus primitivos habitantes alpinos descenderían a los llanos. Cuando ya el frío hubiera llegado a su máximum, una fauna y una flora árticas cubrirían las partes centrales de Europa, llegando por el sur hasta los Alpes y los Pirineos, y extendiéndose hasta dentro de España.

"Las regiones hoy templadas de los Estados Unidos quedarían igualmente cubiertas con plantas y animales árticos, unas y otros casi iguales a los de Europa; porque los habitantes circumpolares presentes, *que se supone se han dirigido en todas partes hacia el sur*, son notablemente uniformes alrededor del mundo.

"Al volver el calor, las formas árticas se irían retirando hacia el norte, seguidas muy de cerca en su retirada por las producciones de las regiones más templadas y, al deshacerse la nieve de las bases de las montañas, las formas árticas se apoderarían de este terreno limpio y desolado, siempre ascendiendo, conforme el calor fuera aumentando y la nieve desapareciendo más todavía, remontándose cada vez más a la par que sus hermanos proseguían su viaje hacia el norte. De aquí, que cuando el calor hubiese vuelto por completo, las mismas especies que últimamente habían habitado juntas en las tierras bajas europeas y norteamericanas, se encontrarían de nuevo en las regiones árticas del viejo y del nuevo mundo, y en muchas cumbres de montañas aisladas muy distantes las unas de las otras."

"De este modo podemos comprender la identidad de muchas plantas en puntos tan inmensamente remotos, como lo son las montañas de los Estados Unidos y las de Europa. También podemos comprender el hecho de que las plantas alpinas de cada cadena de montañas estén más especialmente relacionadas con las formas árticas que viven al norte de ellas o casi al norte, porque la primera emigración cuando entró el frío y la emigración cuando volvió el calor, habrán sido generalmente en dirección fija del sur al norte."

BIBLIOGRAFIA

1.—**Henry F. Osborn**.—L'Origine et l'evolution de la vie.

2.—**W. D. Matthew.**—Climate and evolution.

3.—**W. B. Scott.**—La Teoría de la Evolución y las pruebas en que se funda.

FASCÍCULO VI

LECCIONES DE BIOLOGIA

LECCION XIX

Pruebas experimentales derivadas de la teoría de la descendencia. Parasitismo. Simbiosis.

Las ciencias biológicas, limitadas durante mucho tiempo a la observación de los hechos, se han encauzado por nuevos senderos y sin desdeñar este primer modo de estudiar la naturaleza, procuran por medio de la experimentación completar su conocimiento. El método experimental es actualmente uno de los más fructíferos medios por medio de los cuales se puede abordar el estudio de múltiples problemas. La teoría de la descendencia ha encontrado en él, a pesar de las inherentes limitaciones del caso, rica cosecha de pruebas que de ninguna manera deben desdeñarse. Así, por ejemplo, en un crustáceo filópodo, *Artemia salina*, se ha logrado provocar experimentalmente la transformación de la especie que vive en las aguas dulces en la que habita en las aguas saladas; estas modificaciones se obtuvieron lentamente a través de numerosas generaciones. **Kapterew** manteniendo en la obscuridad a las dafnias las hizo cegar, los ojos perdieron su forma típica y los cromatóforos emigraron desde la cabeza a otras partes del cuerpo; después de quince meses de experimentación logró obtener una raza en donde el carácter adquirido (la pérdida de los ojos) se transmitió hereditariamente.

En el año de 1870 fueron llevados a Suiza los capullos de una mariposa texana, *Saturnia luna;* en Europa nacieron Lepidópteros, que produjeron capullos idénticos a los de Texas y fecundadas, produjeron numerosos huevecillos que dieron origen a orugas que fué imposible alimentar con las hojas del nogal que produce la *nuez encarcelada* siendo substituídas, las de esta planta americana, por las del nogal europeo, las mariposas de esta segunda generación variaron extraordinariamente, habiendo sido clasifi-

cadas por el **Dr. Gemminger** como otra especie diversa, *Saturnia bolli.*

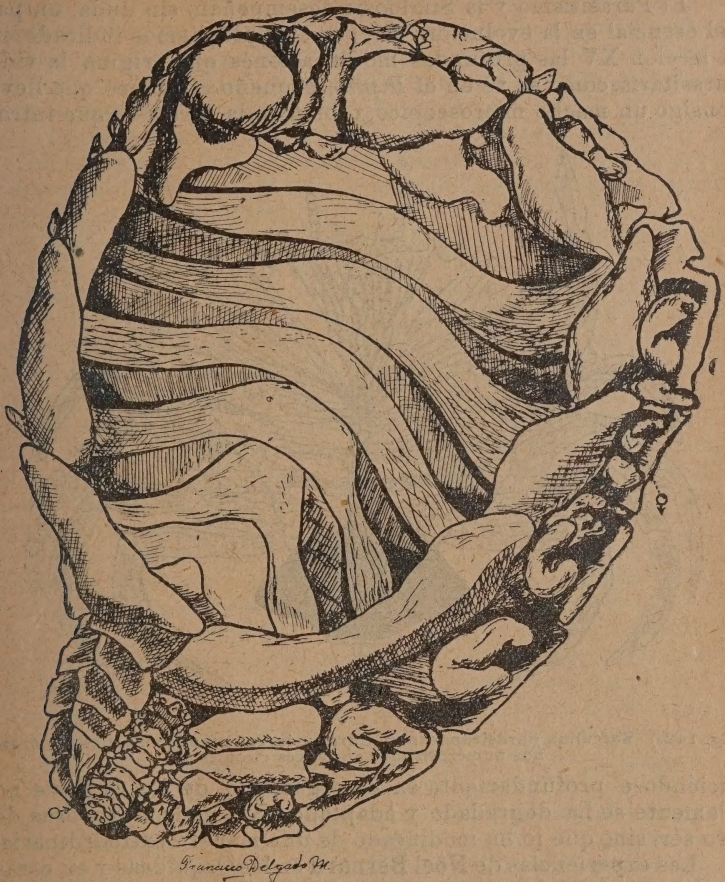
De gran importancia son, por el rigor científico con que han sido hechos, los experimentos del Profesor **Tower**, de Chicago; **W. B. Scott** los describe de la siguiente manera: "En estos experimentos, las larvas y los adultos fueron sometidos a condiciones variables de calor y humedad, en diferentes estados de su desarrollo, y así se formaron varias razas distintas, diferentes en tamaño, color, pintas y, en su caso, en las costumbres de la reproducción; los nuevos caracteres son hereditarios, y se transmiten de generación en generación. Un rasgo notable de los experimentos fué el descubrimiento de que estos coleópteros tienen en su desarrollo un período sensible, en que son especialmente susceptibles a la influencia de los cambios en el ambiente. Si se someten larvas, en su período sensible, a condiciones modificadas, los insectos adultos muestran cambios correspondientes; pero no son hereditarios y no reaparecen en la siguiente generación. No obstante, si los insectos adultos, al tiempo que los huevos están maduros preparándose para la fecundación, son sometidos a aquellas circunstancias, los insectos mismos no muestran cambio visible, pero la descendencia sí, o estas modificaciones son hereditarias.

"**Tower** interpreta esto como la acción de las condiciones externas sobre las células reproductoras o plasma germinativo; pero esta interpretación es discutida por otros autores."

Otro ejemplo particularmente claro del determinismo absoluto en la morfología de los vegetales bajo la acción directa del medio, es el que nos han proporcionado las atinadas investigaciones de un botánico francés, **Molliard**, quien con sus cultivos puros de fanerógamas pudo, sembrando granos esterilizados, obtener el desarrollo completo de una de estas plantas hasta su floración, nutriéndola con glucosa sin que ningún organismo extraño interviniera en su desarrollo.

Entre las plantas estudiadas de esta manera se encontró el rabanillo, que cultivado en un medio gelosado que contenga el 10% de sacarosa y que esté en libre comunicación con el aire y permita, por tanto, asimilar el carbono, hace que la raíz pierda el aspecto napiforme y adquiera una forma alargada con numerosas raicillas; cultivando otro grano de la misma planta en idéntico medio, pero en una atmósfera confinada, toda formación tu-

berosa desaparece, se alarga la raíz y aumentan las raicillas extraordinariamente; esta transformación implica que las reservas se cambien, encontrándose las celdillas llenas de granos de



(Fig. 123.) El Bopiro es un Crustáceo degenerado que tiene una vida parásita. Presenta el fenómeno del dimorfismo sexual que, en este caso, consiste en que el macho, es 10 veces menor que la hembra.

Además es un doble parásito, es decir, minúsculo macho que vive sobre la hembra, la cual a su vez, parasita al camarón en las branquias.

almidón, dice **Bonnier**: "Este sabio ha logrado transformar los rábanos en patatas," expresando así, amablemente, los profundos cambios experimentados por el vegetal.

El Parasitismo y la Simbiosis desempeñan, sin duda, un papel esencial en la evolución; así, por ejemplo, hemos indicado en la lección XV las profundas modificaciones que origina la vida parasitaria, como se ve en el *Bopiro*, pequeño crustáceo que lleva consigo un macho microscópico, o bien en la *Sacculina* que intro-

(Fig. 142.) Sacculina parasitando a un Cárabo, introduciendo en todos sus órganos numerosísimos apéndices rizoides.

duciéndose profundamente en el organismo de los Cárabos no solamente se ha degradado y adaptado para vivir a expensas de otro sér, sino que lo ha modificado de una manera extraordinaria.

Las experiencias de **Nöel Bernard** en las Orquídeas y en otras plantas, efectuadas con gran rigor científico, nos enseñan el papel tan importante que desempeñan los hongos microscópicos no solamente en la germinación, sino también en la gran variabilidad y poder de adaptación de esta familia. No limitan su acción al pun-

to invadido, como inexactamente se había pensado, sino que el parásito, localizado en determinada región, interviene originando modificaciones generales en el equilibrio físico-químico de la savia, pudiendo afectar, por este medio, la morfología y funciones de los elementos distanciados; no de otro modo se forman los tubérculos de la patata y de otros vegetales cuando varía el sentido de la división celular y es substituído el crecimiento en longitud por el crecimiento en espesor.

Conviene señalar el verdadero concepto de la Simbiosis, que en Biología sólo implica el límite hacia el cual tiende la asociación durable de dos organismos antagónicos cuando sus recíprocas acciones se equilibran.

Los estudios de M. y Madame **Moreau**, nos enseñan que las hifas de los líquenes, cuando se introduce una alga en una región del talo en donde por lo común no penetra, reaccionan a su contacto produciendo un plectenquima cortical que estos autores consideran como un talo aéreo, equivalente a un órgano deformado por el parasitismo, es decir, según este concepto, los líquenes serían hongos enfermos cuyo agente patógeno sería una alga, no siendo raro que aparezcan nuevos caracteres cuando otra alga de diversa especie invade al liquen, como se observa en la *Ricasolia amplissima*, produciendo curiosas arborizaciones en el talo, siendo este carácter uno de los que han hecho considerar el nuevo aspecto de la planta como una verdadera mutación.

En los animales no son menos importantes y curiosos los casos de Simbiosis: por ejemplo, la hidra y sus cloroblastos; las curiosas levaduras que parasitando a la *Glosinia* que transmiten el *Tripanosoma* que causa el mal del sueño, les permiten utilizar la sangre en su alimentación, causando, secundariamente, otras modificaciones correlativas, v. g., los *Stomoxses* cuyo régimen hemófago no es exclusivo, son ovíparos, pero los hemófagos estrictos, gracias a las levaduras simbióticas que se hallan en las células de sus intestinos se vuelven pupíparos, y justamente llama la atención **Roubaud** hacia esta notable serie adaptativa que el conjunto de dípteros pupíparos nos ofrece en el sentido del ectoparasitismo, de modo que se puede seguir paso a paso, el fenómeno de la atrofia de las alas y de las modificaciones correlativas que implican una degradación del tipo mosca.

Las personas afectas a prestar a los demás seres vivos sus propios sentimientos, han descrito la Simbiosis como una plácida

unión de dos organismos, que se asocian armónicamente para poder resistir con fruto a las condiciones adversas; este poético concepto que se ha opuesto a la lucha por la existencia, tan genialmente percibida por **Darwin**, sólo existe en la mente de los que así lo han pensado. La atenta observación de los hechos nos enseña que cuando los hongos simbióticos quieren invadir a sus huéspedes, sólo lo consiguen después de empeñada lucha, en donde encuentran obstáculos numerosos, que trabajosamente pueden vencer; uno de ellos es la resistencia mecánica que opone la pared de las celdillas y que es necesario destruir devorando esta porción celular. De la misma manera proceden las células del intestino, que oponen su membrana como infranqueable barrera a los microbios numerosísimos que pululan en el tubo digestivo. El ingreso de un nuevo sér en el seno de la celdilla origina reacciones defensivas: se forman anticuerpos, aglutininas, precipitinas u otros, que tienden a oponerse enérgicamente a la invasión del elemento extraño, pudiendo, si se balancean el ataque y la defensa llegar a un estado de equilibrio que puede durar toda la vida, gracias a la especie de inmunidad que se establece y que puede perfeccionarse si durante inmensos lapsos de tiempo se ha realizado, como en los líquenes, cuyos vestigios se encuentran fosilizados desde remotas épocas geológicas. Vese pues, cómo la atenta consideración de la Simbiosis, nos enseña no sólo su importancia como factor evolutivo, sino que también puede servir de punto de partida para un atento estudio de los principios de la Patología General, puesto que unas mismas leyes a través de proteicas manifestaciones, nos evidencian la unidad de los seres vivos.

BIBLIOGRAFIA

1.—**W. B. Scott.**—La teoría de la Evolución y las pruebas en que se funda.

LECCION XX

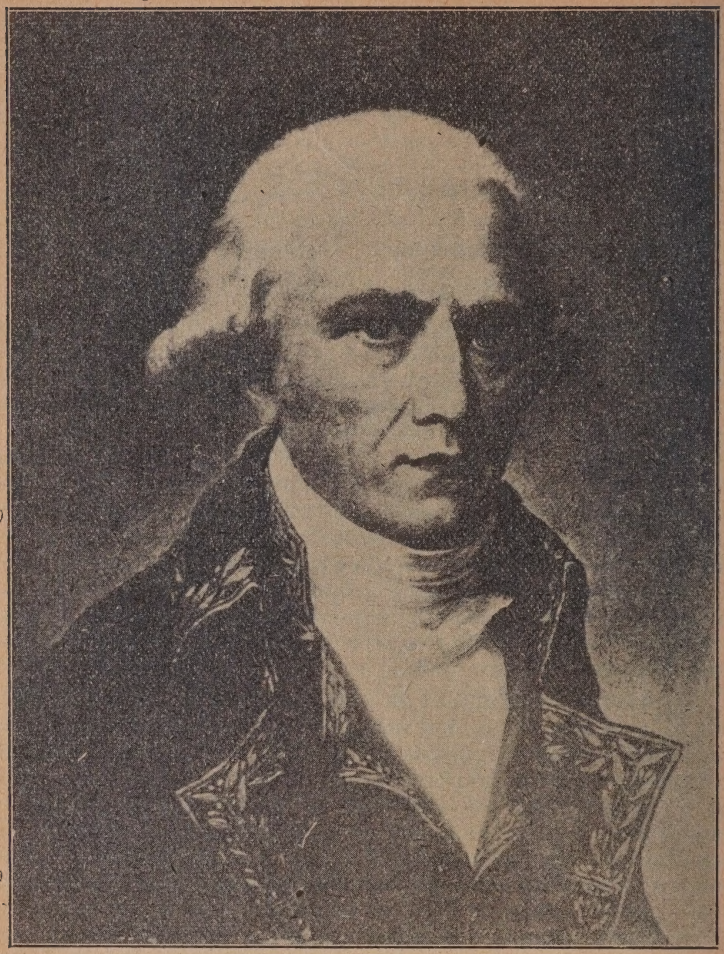
Variación Lamarckiana. Variación Darwiniana. Variación "Per-Saltum."

La ciencia, según la fórmula Kantiana, no solamente consiste en los hechos, sino también en la explicación de ellos, de manera que, sustentado pormúltiples pruebas concordantes el hecho de la descendencia de los seres, se impone buscar una explicación, siquiera sea provisoria, de asunto tan trascendente.

No faltan autores que van a buscar las ideas fundamentales del transformismo en el génesis Indú, en Empédocles, en Lucrecio o en otros filósofos antiguos que instituyeron esta idea; no entraremos a este campo de la historia de las ciencias y nos limitaremos a insistir que, justamente, debe reservarse en estas cuestiones el mérito más grande, no para el que percibió más o menos vagamente tal o cual concepto, sino para el que encontró en el estudio de los seres vivientes, hechos que le permitieron sustentar científicamente sus opiniones.

El insigne **Juan Monet de Lamarck,** fué el primer naturalista filósofo que sustentó el más poderoso esfuerzo hecho hasta 1809, para coordinar multitud de tentativas hechas por sus ilustres precursores (1), para integrar una teoría determinista aplicable a la evolución, esfuerzo tanto más meritorio cuanto que el estudio de la célula, fundamento de toda explicación profunda, se hallaba en sus comienzos y la Física y la Química no habían hecho muchos de los descubrimientos en que ahora se asientan tantas explicaciones de los fenómenos de la vida; no es de extrañar, por tanto, que diversos conceptos de este sabio, nos parezcan ahora arcaicos e inaceptables; pero prescindiendo de éstos, cuya crítica sería ahora tan fácil como impertinente, nos limita-

(1) Benoist de Maillet, Erasmo Darwin—abuelo de Carlos Darwin—Buffón, etc.



(Fig. 125.) LAMARCK.

remos a exponer las ideas que consideramos como fundamentales de la teoría Lamarckiana.

Los seres vivos provienen de la organización de los flúidos mucilaginosos, suficientemente líquidos para poder circular, pero lo bastante consistentes para poder contener algo en su interior; resultando la estructura "vacuolar," de las alteraciones de este medio o de su intercambio con el ambiente; siendo, en último análisis, el medio externo la fuente de donde se derivan los fenómenos de la vida y dependiendo su variabilidad y polimorfismo de las diferentes estructuras en que se efectúan.

Estas opiniones, a pesar de su imperfección, tienen el grandísimo mérito de haber intentado buscar un conocimiento científico de los hechos y llevar consigo el germen que ha orientado provechosamente las investigaciones de que ahora se ufana la Biología.

Los apetitos de los animales superiores provienen de la acción del medio sobre el sistema nervioso; los animales que carecen de él, o las plantas, responden directamente a la acción de las fuerzas que sobre ellos obran; no existe, pues, una forma vital, y plantas y animales sólo son transformadores de energía.

Cuando un acto se ha verificado los "flúidos" establecen una vía por donde circulan, franquean un camino que preferentemente será recorrido en virtud de que la energía sigue el derrotero en donde encuentra menor resistencia; por esto es por lo que tienden a repartirse las acciones, dando las costumbres y cuando hay transmisión, para **Lamarck** indudable, de los caracteres adquiridos por medio de la herencia, se forma el instinto.

El uso o el desuso es la causa de la atrofia, de la hipertrofia y de la formación de órganos nuevos de manera que "es el uso el que origina la forma."

En la naturaleza no hay tipos ni clases, ni órdenes, estos conceptos son artificiales, sólo existen en la realidad individuos, capaces de responder a las influencias que sobre ellos actúan, siempre en eterno cambio, variables, derivados unos de otros. "No quiero decir que los animales que existen forman una serie muy sencilla y uniformemente graduada en toda su extensión; pero sí digo, que forman una serie ramificada irregularmente graduada y que no tiene descontinuidades en sus partes, o por lo menos no las ha tenido siempre, si bien es verdad que hoy tiene algunas a consecuencia de la desaparición de cierto número de especies."

Tan atrevida teoría se adelantó, con las alas del genio, a su época, y no encontró sino muy escasos adeptos, algunos de los cuales con sus exageraciones, poéticas e indiscretas, acabaron por arrojar sobre tan notable trabajo el más injusto descrédito, acabando la tesis Lamarckiana por contar sólo con rarísimos partidarios y por desdeñarse la teoría de la Evolución hasta que uno de los más sabios y profundos pensadores que ha tenido la humanidad, **Carlos R. Darwin,** vino con su admirable libro "El Origen de las Especies" a dar el más vigoroso impulso a la Biología.

Son los siguientes sus conceptos esenciales:

Es extraordinario el poder de difusión de la vida, como demostró **Malthus:** "el hombre mismo, que se reproduce lentamente, duplica su número cada veinticinco años y a este paso, en menos de mil años no habría literalmente lugar en que pudiera existir. **Linneo** calculó que si una planta anual produjera solamente dos granos, no hay planta tan poco productiva, y el año siguiente volviera cada una a dar otros dos granos y continuaran así, en veinte años habría un millón de plantas. De todos los animales conocidos, el elefante es el que se reproduce más lentamente y limitándose a los datos mínimos puede considerarse que principia a reproducirse a los veinte años y continúa haciéndolo hasta los noventa, produciendo durante este intervalo seis hijos y viviendo él mismo hasta los cien años: si se admiten estas cifras, habrá en setecientos cuarenta o setecientos cincuenta años, diecinueve millones de elefantes." Estos cálculos son evidentemente inexactos, pues los seres sostienen entre sí una terrible competencia que implica encarnizada *lucha por la existencia*, con destrucción de los menos aptos (1). Dice **Darwin** elocuentemente: "Contemplamos la naturaleza llena de hermosura y de felicidad y a menudo observamos una abundancia de alimentación, pero no consideramos u olvidamos, que los pájaros que cantan en la enramada se nutren principalmente de insectos o de granos y que por este hecho, destruyen constantemente seres dotados de vida; no pensamos que las aves rapaces y otros animales de presa son agentes que destruyen a estos lindos cantores y que también devoran sus huevos y sus hijuelos y no recordamos, que no en todas las estaciones hay abundancia de alimentación."

De estos postulados resulta que en la vida sobreviven sola-

(1) Darwin emplea el término *lucha por la existencia* en un sentido metafórico y general que implica las mutuas relaciones de dependencia entre los seres organizados.

mente los mejor dotados, los más aptos, los que acumulando lentamente, en el transcurso de los tiempos los caracteres que les son más propicios tienden a modificar, en favor de la especie, las condiciones orgánicas e inorgánicas de la existencia. Estas modificaciones pueden a veces, para un espíritu superficial, ser apreciadas como nimias, y consistir, v. gr., en el revestimiento seroso que recubre a ciertos seres o a determinados frutos preservándolos así de la destructora acción de las bacterias y de los hongos, en el *duvet* que impide el ataque de los insectos, en el color que permite obtener una homocromía protectora para atacar o para defenderse, como se ve, entre otros numerosísimos ejemplos, en varios batracios y reptiles que viven en el cerro del Mercado de Durango y toman exactamente el color de las sales de hierro; en afectar formas que permiten que pasen desapercibidas entre los objetos circundantes como se nota en variadísimos insectos, en modificaciones instintivas o intelectuales que dan notoria aptitud y supremacía a los seres que las poseen o en adaptaciones que hacen posible vivir y aun prosperar en medios que sin esta variabilidad de los seres vivos les estarían vedados; en la Lección X, hemos señalado algunas de estas adaptaciones a la vida en los abismos submarinos y no menos admirables se observan por doquier, no sólo macroscópica sino microscópicamente en mecanismos de estupenda complicación y finura. No es, pues, como personas ajenas a las ciencias naturales suponen sin fundamento alguno, el más apto siempre el más fuerte o el más brutal, sino el mejor, el que puede conservar más armoniosas relaciones biológicas, el más capacitado para la producción de formas superiores.

Una nueva orientación en el problema de la descendencia de los seres, es la que **Hugo de Vries** ha sugerido basándose en el estudio de las bruscas variaciones aparecidas en ciertas Oenotheras en un campo abandonado de Hilversum o en el Jardín Botánico de Amsterdam posteriormente, en donde se pudo comprobar que entre millares de Oenotheras de **Lamarck**, aparecieron, «per-saltum» otras cinco formas principales denominadas por **de Vries** *Œ. gigas, albida, oblonga, rubrinervis, nanella, lata, scintillans.* Algunas de estas plantas aparecieron raramente, como la *gigas*, y las demás tuvieron relativa estabilidad hereditaria, pues hay cierta variabilidad en lo que respecta al tamaño, a la forma de las hojas, etc. Es extraordinario el partido que ha sacado el Profesor **de**

Vries, de esta brusca aparición de formas, señalada anteriormente por Darwin, quien la denominó «Sports».

Otros investigadores han señalado hechos análogos en otras plantas y aun en determinados animales, aunque con mucho menos frecuencia que en los vegetales, también se ha comprobado este hecho, pero como dice **Osborn** «las variaciones continuas y ordenadas son mucho más frecuentes que las fortuitas y que las bruscas mutaciones».

Mas como quiera que sea, la aparición brusca de formas, aunque sin la extensión e importancia que quiso darse a este hecho en un principio, es indudable y constituye, seguramente, una de las formas, aunque no sea la más importante, en que puede realizarse la Evolución.

Se ha tratado de explicar este hecho, y en parte se ha logrado, con un análisis cuidadoso. **N. Gates** ha comprobado en la *Œ. lata*, v. gr., que sus sacos polínicos mal constituídos con polen en parte atrófico y el pistilo imperfectamente desarrollado, sugieren con claridad que, o se trata de una planta híbrida o de una planta enferma, parasitada. De acuerdo con esta última manera de ver están los trabajos de **M. Zeylistra** que ha encontrado en los vasos un Micrococus y ha comprobado que las modificaciones en las hojas y en los tallos, se deben a este parásito, aunque privando a las plantas de esta bacteria conserven hereditariamente los caracteres adquiridos.

Para muchos autores, especialmente, para **Davis, Gates, Lutz** y otros, las mutaciones son explicables, en gran número de casos, por la hibridación. "No podemos menos de expresar nuestra duda en lo que concierne a la maravillosa serie de mutaciones señaladas por de Vries" dicen **Bateson** y Miss **Saunders**, "pues la *Œ. lamarckiana*, es un híbrido, una variedad ortícola de la *Œ. biennis* y en este caso las mutaciones solamente representan un retorno a los ancestros iniciales de las plantas en cuestión;" **Davis**, en 1911, ha ido más lejos, pues ha logrado obtener un híbrido entre la *Œ. biennis* y la *Œ. grandiflora* extraordinariamente análogo a la *Œ. lamarckiana* y según este sabio hay razones experimentales e históricas que permiten esperar una síntesis completa del tipo en que ha basado de Vries sus especulaciones.

Los estudios de **Blaringhem** nos enseñan que también las causas externas, las fuerzas físico–químicas, los traumatismos, etc., son factores que intervienen poderosamente en las curiosas mutaciones de la vida.

Los conceptos de **Darwin**, la explicación Lamarckiana y las mutaciones de **Hugo de Vries** representan solamente puntos de vista diversos de un mismo problema; no será el partidarismo estrecho ni el espíritu de escuela, que hace tener uno de los puntos de vista como exacto y los demás como falsos, el que permita sustentar un correcto criterio científico. Las opiniones de estos sabios no se excluyen sino que se completan entre sí; por lo demás, creemos con **Osborn**, que ninguno de estos sistemas, ni todos juntos, explican todos los datos que las ciencias Biológicas suministran en nuestra época, aunque indudablemente, en tales explicaciones se halle una gran parte de la verdad.

BIBLIOGRAFIA

I.—**J. Constantin.** La Mutattion. Ann. d. Scin. Nat. Botanique. 1919.

II.—**Dawis (B. M.).** Numerosos estudios publicados principalmente en Ann. of Bot. Amerique Natur. Plant, Wordl de 1909 a 1915.

III.—**Henry F. Osborn.** L'Origine et l' evolution de la vie.

CARLOS ROBERTO DARWIN

1809-1882

Durante mucho tiempo se consideraron las especies absolutamente distintas de las razas, se creía que eran estados permanentes, inmutables, que desde la creación del mundo habían sido dotadas para vivir de acuerdo con un plan determinado.

Los trabajos de algunos sabios han aportado a la ciencia el conocimiento de que las especies varían y que las formas que vemos actualmente se han derivado de otras por modificaciones que diversos factores les han impuesto.

Este concepto transformista de las especies señalado por el sagaz **Lamarck**, cayó en el olvido, al caer en él su inmortal Filosofía Zoológica, pero más tarde renació con los trabajos del ilustre naturalista inglés, **Carlos Roberto Darwin** que los dió a conocer después de largos y pacientes estudios que fueron la aurora de una nueva época para la Biología.

Cuando este insigne sabio viajaba en 1829 a bordo del «Beagle», le llamaron poderosamente la atención ciertas particularidades acerca de la manera como estaban distribuídos los seres que formaban la fauna de América del Sur. Muy impresionado por sus observaciones y relacionándolas con los estudios paleontológicos que hacía con Sir Charles Lyell, dudó del principio de **Linneo**, entonces universalmente admitido, expresándose en alguna de sus memorias como sigue:

"A partir de septiembre de 1854, yo consagré todo mi tiempo a poner en orden mi gran acopio de notas y a hacer las observaciones y experiencias acerca de la transmutación de las especies. Había estado durante el viaje a bordo del «Beagle», profundamente sorprendido por el descubrimiento, en los estratos de las Pampas, de grandes animales fósiles recubiertos de una armadura semejante a la de los armadillos actuales; por el orden según el cual los animales de especies semejantes se reemplazan los unos

(Fig. 126.) DARWIN. (1809-'882.)

al os otros a medida que se avanza hacia el Sur del continente y en fin, por el carácter sudamericano de la mayor parte de las especies de las Islas Galápagos y muy especialmente por la manera como difieren ligeramente entre sí, en cada una de las islas del grupo ..."

"Es evidente que estos hechos y muchos otros análogos no pueden explicarse más que por la suposición de que las especies se modifican gradualmente."

Después de veinte años de reflexionar acerca de estos hechos, llegó a considerar otros factores principales en la evolución de los seres; la lucha por la vida, la selección natural y la herencia de los caracteres adquiridos, mediante la plasticidad de la materia viva, gracias a la cual se forman, según este sabio, las especies nuevas.

Las ideas de **Darwin** han sido extraordinariamente combatidas por oponerse a ellas una muralla de prejuicios que solamente logran quebrantar los espíritus serenos.

La Asociación Británica para el Adelanto de las Ciencias, celebraba en la histórica Universidad de Oxford, el año de 1860, una de sus públicas y memorables sesiones con numerosa y aristocrática concurrencia, entre la que se contaban delegados de todas las partes del Imperio.

El libro de **Darwin** publicado en el año anterior, era el platillo del día, y con saña y casi unánimemente se le atacaba, por lo que el Presidente de la Asociación creyó oportuno no referirse, en tan solemne reunión, a una obra que conmovía en sus bases los principios establecidos y que en el sentir de muchos, era seguro camino para la ruina de los intereses privados, para el desastre de la moral y para la condenación eterna; pero su Ilustrísima Señoría, Samuel Wilberforce, Obispo de Oxford, en el curso de una peroración acerca de otro asunto, sintiéndose escaso de material, creyó conveniente tratar el tema de la Evolución como en el púlpito lo había hecho ya elocuentemente, con gran aplauso; principió el señor Obispo por denunciar a "esos enemigos de la sociedad que hacen velados ataques a la Biblia, en nombre de la Ciencia," y ampulosamente inflamado, como lo pedía el caso, apeló a los prejuicios de su auditorio e hizo hábilmente deslizar su peroración hasta mover a risa y hacia el fin de su grandílocuo discurso acertó a mirar al Profesor Huxley, gran amigo y admirador de **Darwin**, sentado cerca y señalándolo con su blanca y bien

cuidada mano episcopal, dijo: "solicito ser informado si el ilustrado caballero está realmente dispuesto a ser considerado como descendiente de un mono."

Al sentarse el digno prelado estalló entre el aristocrático y jocundo concurso, entre aplausos y risas, prolongada y grande ovación, no sin que entre el tumulto se elevaran vigorosas voces llamando ¡Huxley, Huxley!

Lentamente, Huxley se puso en pie y esperó hasta que hubo muerto el último murmullo, y habló con voz tan baja y pausada que hubo que contener la respiración para escucharle; no había humorismo ni ademán oratorio en su réplica, con tranquila sobriedad que contrastaba con la copiosa y florida verba de su agresor, echó por tierra una por una todas sus burdas inexactitudes y terminó diciendo que ya que una cuestión de preferencias personales se había introducido en la discusión de alto tema científico y si el dilema versaba entre descender de un humilde Orangután o de su Señoría Ilustrísima, un Obispo de Inglaterra, capaz de echar mano de espaciosa oratoria, plena de sofismas y falsedades, para tratar de arrojar burla y descrédito sobre un hombre que tan elevada y noblemente ha consagrado su vida a la investigación de la verdad; entre tal disyuntiva, se decidía a favor del mono.

Cuando Huxley bajó de la tribuna, podía palparse el silencio. Varias virtuosas damas se desmayaron, la asamblea aplaudió y, para evitar que se prolongara el incidente, se declaró clausurada la sesión.

H. B. H.

LECCION XXI

El origen de la vida

Los conceptos de la ciencia pura, lejos de ser inútiles adornos, como afirman algunos rudos espíritus, han ejercido decisiva influencia no solamente en la mentalidad de una época sino también sobre las aplicaciones de la ciencia, pues, como dice **Echegaray**: "lo que empieza por ser hermosura para el alma y para la inteligencia concluye por ser alimento para la pobre vida corporal." Entre estos conceptos de ciencia pura, está el del origen de la vida, y es muy interesante observar cómo personas, esclarecidas en otras actividades, aceptaban ideas que nos dejan atónitos en la actualidad.

Anaximandro creía que los animales provienen de la acción estimulante de la humedad, y al mismo **Aristóteles**, tan versado en el estudio de la naturaleza, no le parecía absurdo admitir que los animales algunas veces se forman por la putrefacción en el suelo, en las plantas o en los flúidos de otros animales, así por ejemplo, las anguilas, sin duda provienen de la descomposición del limo; para **Ovidio** la corrupción es la fuente de la vida, y el insigne **Virgilio** compartió estos conceptos y los difundió con eficacia suma en sus *Geórgicas* en donde, con deleitable manera, nos narra la sentida historia del pastor Aristeo que, lamentando la pérdida de sus magníficas colmenas, siguió el consejo de la diosa Cirene para reponerlas: "sacrifica, en honor de los dioses, cuatro toros de hermosa planta y en la espesura del bosque deja abandonados sus cuerpos" y llegado el noveno día cuando volvió Aristeo a inquirir el resultado del consejo vió cómo, de las corruptas carnes del toro, se elevaba densa nube de abejas que opacaba el sol y que, en enormes racimos, se agrupaban bajo el ramaje de los árboles.

La Edad Media, en que los pensadores resolvieron ver por

los ojos de los filósofos antiguos y no usar sus propios sentidos, no sólo aceptó todos los errores a que nos hemos referido sino que añadió nuevos y más extraordinarios: **Cardan** opinaba que el agua engendra los peces; van **Helmont** señaló la técnica para obtener ratones: basta colocar una camisa sucia en un recipiente en donde se hallen unos granos de trigo o un pedazo de queso; **Buonanni** afirmaba que la madera, al pudrirse en el mar, origina los gusanos que producen las mariposas y que de éstas provienen

(Fig. 127.) Figuras de P. Kircher que muestran cómo, según este autor, los fragmentos de madera en putrefacción engendraban los insectos

los pájaros; pero son más extraordinarias las afirmaciones del ilustrísimo señor Obispo de **Beauvais**, que por sus relevantes virtudes murió en olor de santidad: este santo varón, verdadero **Plinio** de la Edad Media, halló cerca de Escocia y en las Orcades, maravillosos árboles cuyos frutos son los ánades, que **Munster** en su *Cosmographie Universalle* denominó *Anser arboreus*. **Aldrovando** describió y figuró con minucia tan estupendo árbol y el venerable monje **Orderic de Portenau**, muerto también en olor de santidad, dió de su fruto esta diagnosis latina: *Poma vio-*

lacea et rotunda ad instar cucurbita a quibus maturis exiit avis. Con razón dice don **Joaquín María Castellarnau** de quien tomamos esta cita: ¡A más no se puede llegar!

(Fig. 128.) Arbol que produce las ocas según Aldrovando.

A desvanecer tantos errores vinieron **Marcelo Malpighi** y **Fabricio de Aquapendente** con sus estudios acerca del desarrollo del huevo de las gallinas, y el habilísimo **Swammerdam**, quien ante el **Duque de Toscana** demostró que en la crisálida están contenidos los gérmenes de los órganos de la futura mariposa; este sabio instituyó también los fundamentos de la Embriología

de los batracios destruyendo la fábula sustentada por la autoridad del eminente médico del Papa Julio III, **Andrés Laguna**, quien escribió que: "a veces las ranas se engendran de súbito sobre el haz de la tierra, quiero decir, de la lluvia y del polvo con

(Fig. 129.) Transformación de un Anátife en oca según Aldrovando.

los bochornos; lo cual hace creer a algunos que llueven ranas." Fué una lástima que a la hora fatal de la disgregación de la personalidad, en que, como dice **Ingenieros**, el viejo deja de creer lo que más firmemente ha pensado en la juventud, haya **Swammerdam** quemado sus obras, sus libros, sus microscopios, en aras de desatentado misticismo, abandonando, como posteriormente lo hicieron **Pascal** y nuestra **Sor Juana**, los estudios que tan brillantemente había cultivado.

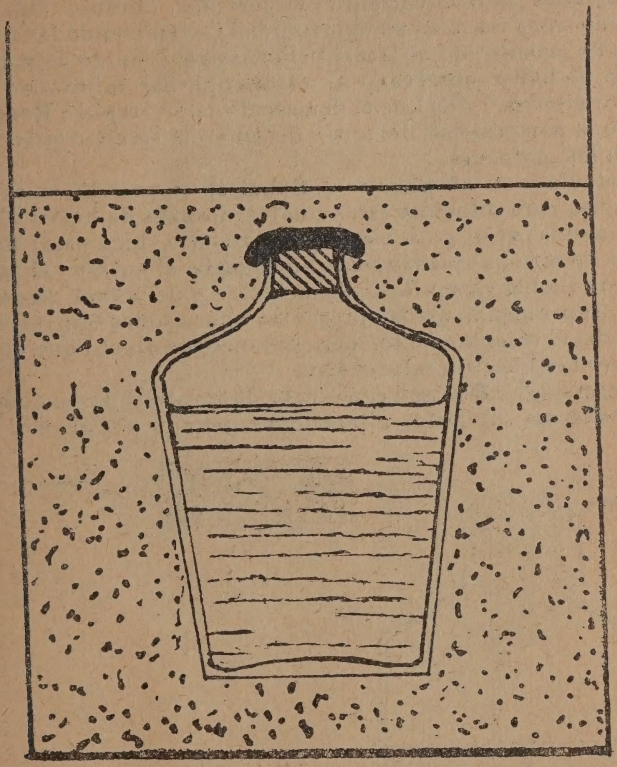
Justo es citar también los experimentos del poeta y médico **Francisco Redi**, quien demostró que los gusanos que se forman en la carne provienen de los huevos depositados por los insectos, y las sencillas pero elocuentes experiencias de **Vallisneri**, Profesor de Medicina en *Padua*, quien hizo ver que los gusanos de las frutas provienen del desarrollo de un huevo depositado antes de que el ovario evolucione para dar el fruto.

Gracias a estos trabajos, principalmente, desapareció entre las personas ilustradas la idea de la generación espontánea en los se-

(Fig. 130.) REDI.

res superiores; pero el descubrimiento del microscopio, ensanchando extraordinariamente el campo de la investigación científica, volvió a poner en el tapete de la discusión estos asuntos.

Un sacerdote inglés, **Needham** puso en un frasco pedazos de



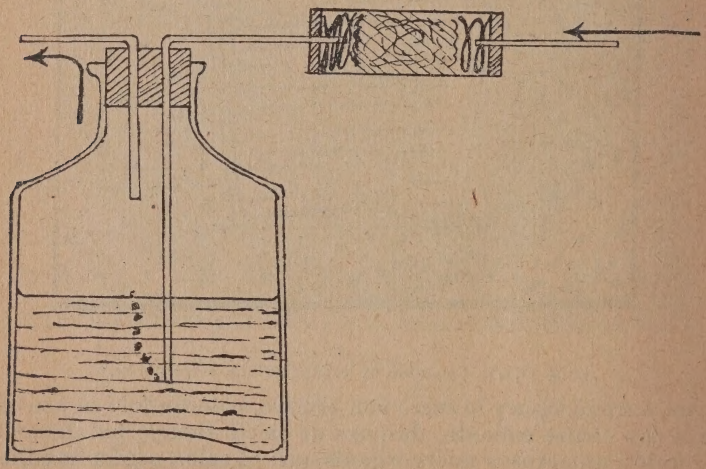
(Fig. 131.) Esquema de la experiencia de Needham.

carne, agregó agua y lo cerró con esmero, colocándolo en una caja llena con ceniza caliente; después de cierto tiempo pululaban en el líquido numerosos microorganismos: el calor, según **Needham** ha matado todos los gérmenes vivos, dentro del frasco no ha po-

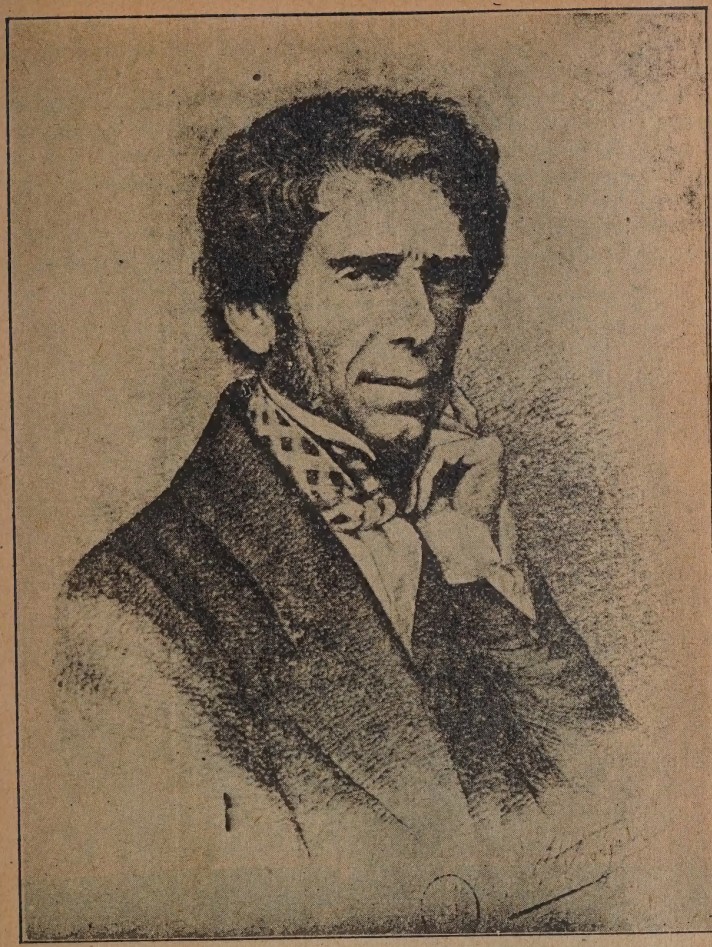
dido introducirse ningún otro, y si en el caldo pululan, deben haberse producido por generación espontánea; otro eclesiástico, **Spallanzani**, se propuso estudiar experimentalmente este asunto: "He repetido esta experiencia con más exactitud, empleando vasos cerrados herméticamente y hervidos durante una hora, abriendo estos vasos en su oportunidad y examinando las infusiones no he encontrado ni la más pequeña aparición de animálculos a pesar de haber observado al microscopio las infusiones de 19 vasos diferentes." "Es que el demasiado calor," replicó **Needham**, "alteró la composición del aire y destruyó la *fuerza vegetativa* que poseen los gérmenes."

Setenta y un años después, **Schultze** emprendió nuevas experiencias para dilucidar estos puntos, después de hervir el agua que contenía carne, para matar los gérmenes, hizo pasar una corriente de aire que previamente burbujeaba al entrar y al salir en tubos de Liebig llenos de ácido sulfúrico y de potasa respectivamente, suprimiendo así las presuntas alteraciones que en el aire originaba el calentamiento, pero entonces se objetó que el ácido sulfúrico también alteraba el aire.

Schröeder y **Duetsch** con objeto de invalidar los argumentos basados en las supuestas alteraciones del aire por el calor o por



(Fig. 132.) Esquema de la experiencia de Schröeder y Duetsch.

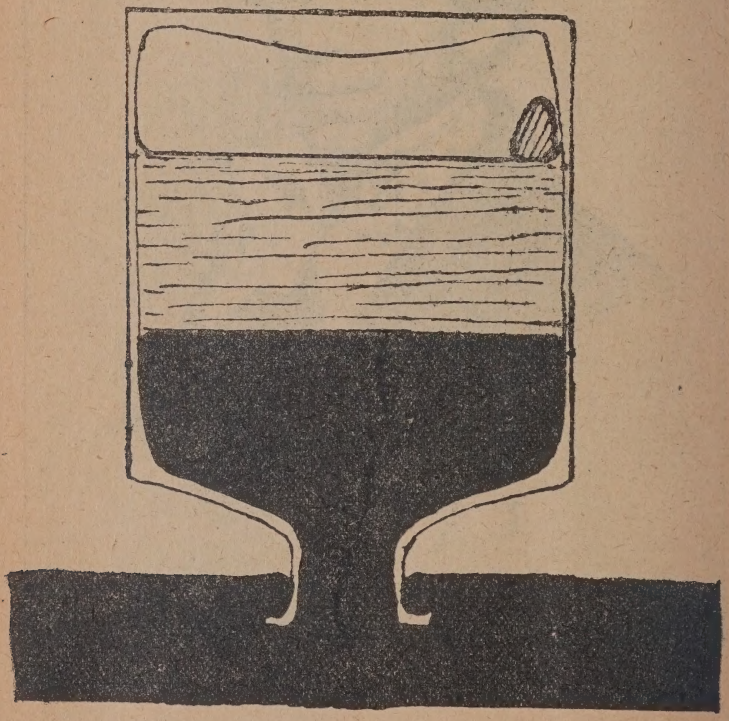


(Fig. 133.) POUCHET, Director del Museo de Historia Natural de Rouen.

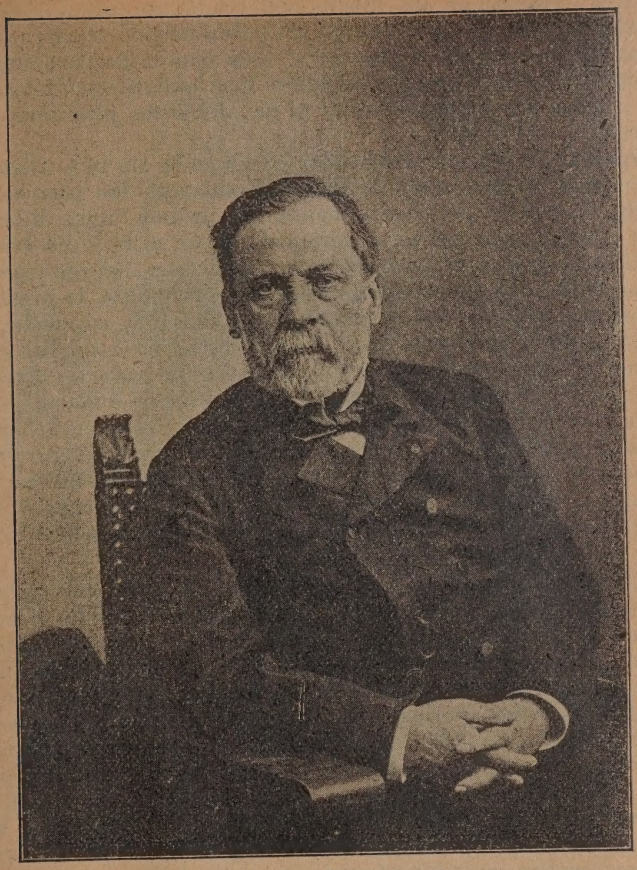
el ácido sulfúrico, hicieron que llegara el aire al interior del caldo, después de atravesar un tubo lleno de algodón, y se observó también, que en este caso, el líquido no muestra alteración ninguna.

El veinte de diciembre de 1858, un eminente naturalista, **Pouchet**, Director del Museo de Historia Natural de **Rouen**, dirigió a la Academia de Ciencias de París, una "Nota sobre los protoorganismos vegetales y animales nacidos espontáneamente en el aire artificial y en el gas oxígeno."

Las experiencias de este sabio estaban impresionantemente ejecutadas y expuestas: a un frasco perfectamente limpio se ha-



(Fig. 134.) Esquema de la experiencia de Pouchet.



(Fig. 135.) PASTEUR.

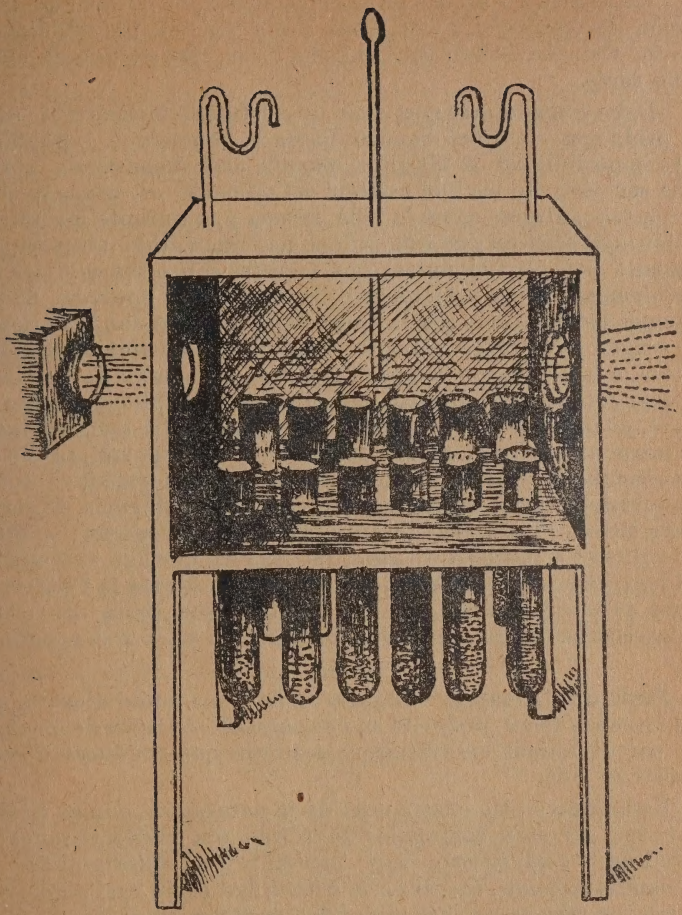
bía hecho llegar, en la cuba de mercurio, cierta cantidad de agua hervida y tan pura como era posible obtenerla; después aire obtenido artificialmente y, por último, se introducía en este aparato, un poco de heno previamente calentado a cien grados; examinando el agua después de algún tiempo, podían verse "ani-

málculos y plantas en un medio absolutamente privado de aire atmosférico y al que, por tanto, no había podido traer este gas, ningún germen de sér organizado." Los resultados parecían concluyentes, pero la Docta Corporación, con laudable prudencia, solicitó nuevos datos para estudiar el tan debatido problema de la generación espontánea.

Pasteur se propuso responder al llamado de la Academia y en la misma comunicación de **Pouchet** subrayó los pasajes que deseaba abordar experimentalmente. En primer lugar, filtrando el aire por algodón pólvora contenido en un tubo y disolviendo la nitrocelulosa en éter, pudo recoger numerosos esporos y gérmenes variadísimos, demostrando así, inconcusamente, la presencia de microorganismos que antes de él, ya se había supuesto; demostró también que el mercurio de la cuba, la mano del experimentador y los instrumentos empleados sin previa esterilización, son copiosa fuente para contaminar los medios de cultivo.

En 1861 pudo demostrar **Pasteur** que si se hierve líquido putrescible en un frasco que tenga el cuello varias veces recurvado, las gotas del líquido condensadas en las curvaturas, bastan para detener los gérmenes del aire e impedir la putrefacción y que si se hace llegar el líquido condensado y contaminado al interior del frasco se produce la putrefacción.

Un ilustre físico inglés, **Tyndall**, ideó una demostrativa experiencia acerca de estos mismos puntos: basándose en el hecho de que cuando penetra un rayo luminoso a una cámara obscura es visible solamente porque las partículas suspendidas lo difractan, construyó una caja con uno de sus lados de cristal y con dos ventanas laterales que permitieran el paso de la luz, como se muestra en la figura 133; en el fondo de la caja estaban dispuestos diversos tubos con medios de cultivo. Embarrando las paredes interiores de este aparato con una materia viscosa como la glicerina es posible privar el aire de todos los cuerpos que lleva suspendidos, lo que puede comprobarse si haciendo pasar un rayo luminoso resulta invisible en esta atmósfera; hiérvese entonces el líquido de cultivo contenido en los tubos, y con esta esterilización previa, se ve que puede quedar límpido por tiempo indefinido. La recolección aséptica de los líquidos orgánicos ha demostrado también, que ningún sér se forma espontáneamente en ellos como presumió **Aristóteles** en épocas en que era permitida tal suposición.



(Fig 136,) Dibujo de la experiencia de Tyndall.

La ciencia no conoce en la actualidad un solo caso de generación espontánea, y la vida, hasta donde nos es dable estudiar este punto, tiene su origen en la misma vida transmitida de unos a otros seres.

Debe considerarse más como un postulado filosófico que como un problema científico la cuestión de la generación espontánea, cuya imposibilidad de ninguna manera está demostrada, pero si cada sér vivo de los que existen actualmente es, como ya se ha dicho, tan antiguo como la vida misma y si durante los muchos millones de años en que esta vida se ha transmitido ininterrumpidamente han obrado numerosos factores sobre los coloides que posiblemente constituyeron por desconocidas y enormes modificaciones transmitidas por la herencia, a lo que andando el tiempo dió origen a esa extraordinaria maravilla de complejidad y delicadeza, a la célula, no vemos ni siquiera la manera de aplicar la experimentación en nuestros laboratorios para dilucidar este problema, puesto que el único punto de comparación que podríamos encontrar serían las unidades vivientes actuales que son, aun en sus más sencillas formas, el producto de un inmenso trabajo evolutivo de adquisición y pérdida de caracteres bajo la influencia de condiciones siempre variables, durante períodos geológicos que duraron millones y millones de años, de manera que aun suponiendo que lográramos sintetizar en nuestros laboratorios la materia viviente primordial, sería tan diversa de la que ahora conocemos que careceríamos de puntos de comparación para reconocerla.

Juan de Lamarck.—Insigne sabio y profundo filósofo, que cual inmenso fanal, proyecta su pensamiento a través de los tiempos para iluminar los tortuosos senderos que conducen a comprender la vida.

Basándose en las enseñanzas de la naturaleza, edificó genialmente los grandes postulados de la Biología contemporánea: la unidad de lo real, su evolución incesante y el determinismo de sus manifestaciones, que si en la actualidad están casi evidenciados por los resultados más generales de todas las ciencias, en su tiempo fueron atrevidos y reclamaron un esfuerzo tan grande que lo elevó infinitamente sobre sus contemporáneos.

Arago en su "*Histoire de ma Jeunesse*," cuenta un detalle que merece ser citado:

"Muy joven fue nombrado Miembro del Instituto de Francia y presentado al Emperador en medio de los académicos que ofrecían sus publicaciones al Jefe del Estado.

Después de algunas interrogaciones, a mis colegas de la derecha y de la izquierda, se aproximó al Emperador otro miembro del Instituto; no era un recién llegado, era un Naturalista de renombre, conocido por sus importantes y magníficos descubrimientos, **M. Lamarck.**

El viejo presentó un libro a Napoleón, ¿qué es esto?, preguntó el Soberano, ¿es vuestra absurda Meteorología con la que hacéis competencia a *Matthieu Laensberg*, este Anuario que deshonra vuestra vejez? Estudiad Historia Natural y entonces recibiré con placer vuestras publicaciones. No tomo este libro sino teniendo en cuenta vuestras canas.

Traedlo ... y lo remitió con un Ayudante de Campo.

Lamarck, oyendo las palabras del brutal déspota, ensayó vanamente replicar: "Os ofrezco un libro de Historia Natural y estalló en sollozos."

Tan extraordinaria elevación de espíritu que le permitió romper con el pasado y dar nuevas luces a la ciencia, costó al genial filósofo su tranquilidad y bienestar.

Ciego, pobre y olvidado, vivió en una larga agonía dulcificada por los cuidados de su hija Cornelia y por la desinteresada amistad de M. Geoffroy St. Hilaire, que gozaron del privilegio de haber impartido inefables consuelos a uno de los más preclaros y serenos espíritus que han existido.

A. M. R.

BIBLIOGRAFIA.

I.—**Castellarnau, Joaquín M.**—Algo acerca de la historia de las dos leyes biológicas fundamentales.—Omne vivum ex ovo et omnis cellula ex cellula. Soc. Esp. de His. Nat. Vol. del 50 aniversario, página 3.

II.—**Le Dantec.**—Traité de Biologie.

III.—**Mc. Farland.**—Biology general and medical.

IV.—**P. G. Charpentier.**—Les microbes.

LECCION XXII

Concepto biológico acerca de las causas de la senectud y de la muerte

Dos son las maneras fundamentales, de acuerdo con los tipos psicológicos, como al través de los tiempos se han planteado las cuestiones que interesan a la humanidad:

Conforme una de ellas, deben tratarse cerrando los ojos a la vida que pasa, obstruyendo los órganos de los sentidos que constantemente llaman, enclaustrándose en sí mismo, introvirtiéndose, como decía **Young**, y con auxilio de las dulces y arcaicas mieles del *Himeto*, del grato plañir de la flauta de Pan y de las más renombradas elucubraciones del *Grande Estagirita* o de **Plinio**, del divino **Platón** o de **Sócrates**, resolver de una vez el asunto, exteriorizando su personalidad, en deliciosos relatos que son música para el oído y deleite para el sentir.

Pero estos seductores métodos, de cálido impulso lírico, propios del sutil *teólogo*, del elocuente *humanista* o del aristocrático *filósofo*, no pueden ni deben ser los del *naturalista* que, por humilde que sea, anhela auscultar la realidad, mirar con acucioso esmero la vida, plasmar su personalidad de acuerdo con las enseñanzas que suministra la ansiosa interrogación de la Naturaleza; elaborar con la *real* consideración de estos factores, en sincera meditación, sus conocimientos y plegar sus convicciones a los dictados de las leyes que rigen el vivir, para aproximarse, siquiera sea modesta e imperfectamente, a una solución de esos problemas.

Séanos permitido tratar los importantes enigmas de las causas de la *Senectud* y de la *Muerte* de acuerdo con este método de trabajo.

Cuando, sin decisión tomada, se intenta conocer un asunto biológico, fuerza es tener presente el profundo concepto de **Lotze**, "todo efecto exige muchas causas," y convenir en la importancia

de esta pluralidad de factores para nuestros provisorios conceptos, pues es error muy repartido y fundamental en Biología el suponer un solo y mismo principio como origen de un fenómeno.

Tratándose de las causas que originan la senectud y la muerte, es patente la importancia de estas ideas. Urge analizar atentamente sus causales y avizorar su relativa importancia para acercarse a una solución de estos graves asuntos que tan hondamente preocupan a la humanidad. El gran fisiólogo **Johannes Müller**, tratando de la caducidad de los cuerpos orgánicos, decía, desde 1844: "La cuestión de saber por qué los cuerpos orgánicos perecen y por qué la fuerza orgánica pasa de las partes productoras que mueren a los jóvenes productos vivos de estos cuerpos, es uno de los más arduos problemas de la fisiología general; no nos hallamos en estado de resolver el enigma, y solamente podemos describir la conexión de los fenómenos."

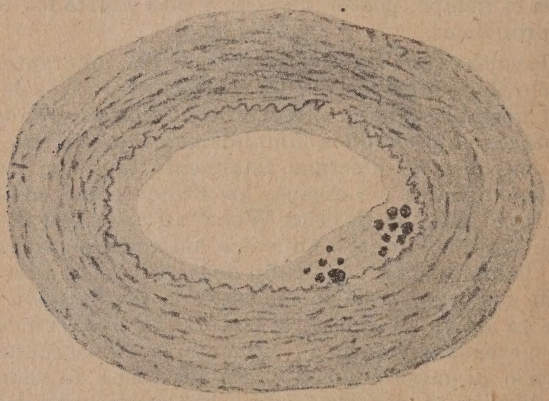
Las causas primeras se nos escapan del todo, pero las segundas cada vez nos son más conocidas y posible es, a medida que transcurra el tiempo, poseer mejores y más acertados conceptos de estos problémas.

Que la vejez es una forma normalde atrofia, inherente, según el célebre neurólogo **Marinesco**, a los cambios evolutivos de los coloides, por sí inestables, que forman el protoplasma, parécenos una idea muy aceptable, ya que explica cumplidamente que los fenómenos de que nos ocupamos se efectúan fatalmente tanto en las plantas como en los animales, sin escapar los Protozoarios, como en una época se creyó: **Maupas, Calkins, Woodruff** y **Joukowsky** han estudiado la senilidad de estos animales, hallando, según **Fernández Galiano**, "la diminución de tamaño de las células, la alteración o la pérdida de sus órganos de locomoción, la paralización mayor o menor de su actividad digestiva; por otra parte, los núcleos muestran una marcada tendencia a fragmentarse, el macronúcleo crece de ordinario desmesuradamente. En los casos de senilidad extrema la división se verifica tardía e irregularmente; algunas veces la partición comenzada no llega a término y el individuo queda con una forma monstruosa. Los infusorios, en fin, agotada su "potencial de vitalidad," según la frase de **Calkins**, mueren."

Debe, pues, por tanto, afirmarse que la senectud y la muerte abarcan sin excepción a todos los seres vivos, habiéndose emitido hipótesis varias y sutiles para explicar su mecanismo. El ilustre **Augusto Weismann**, en su estudio acerca de la "Duración de la

vida," ensayó explicar la muerte por una reducción de la facultad de multiplicación de las células somáticas, resultando una limitación del número de generaciones celulares para cada órgano y para cada tejido del cuerpo, independiente de su nutrición; pero además de que ésta es un fenómeno provocado por el elemento vivo, puede objetarse, como varios sabios lo han hecho, que ciertos tejidos conservan hasta una avanzada edad sus capacidades proliferativas. Citaremos el caso bien conocido de la no interrumpida generación de los elementos de la sangre, el de que en casi todas las autopsias de centenarios se han hallado espermatozoides recién integrados, el de que numerosísimas glándulas guardan su poder de regeneración en plena senectud, y que análogos hechos se pueden señalar en diversas variedades de los tejidos conjuntivo y vascular.

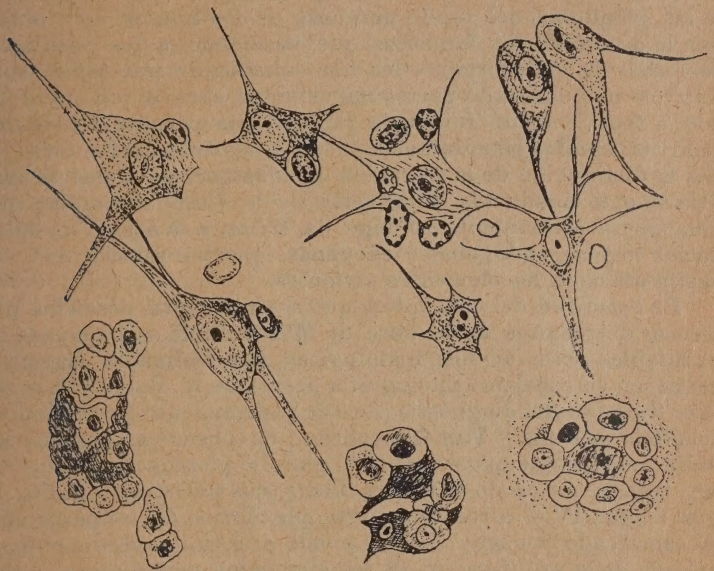
La frecuencia con que se hallan en el viejo lesiones arterio-esclerosas que iniciándose en la capa íntima invaden progresivamente todo el vaso endureciéndolo y disminuyendo su calibre,



(Fig. 137.) Corte transversal de la arteria meningea de una anciana arterio esclerosa.
En la preparación se ven algunas células adiposas teñidas por el tetróxido de osmio. Preparación de I. Ochoterena.

ha hecho pensar que la falta de riego sanguíneo adecuado es causa de la atrofia de los órganos; mas sin desconocer la importancia de este hecho secundario y prescindiendo de los casos patológicos (alcoholismo, sífilis), fuerza es convenir que la atrofia

del útero, las mamas y el testículo en la niñez o la atresia ovular en la juventud, la del *timus* o la del músculo acomodador, así como la de los órganos larvarios, admirablemente irrigados, de los *Equinodermos* o de los insectos, conforme lo demuestran los estudios de **Kowalewsky, Van Ress, Vaney**, etc., o los de **Caullery** y **Mesnil**



(Fig 138) Células nerviosas atacadas en el viejo por fagocitos que acaban por devorarlas según Metchnikoff.

en los *Crustáceos*, son evidente prueba de que este factor sólo es aplicable en determinadas circunstancias y que nunca puede elevarse al rango de verdad general el conocido proverbio que, *"el individuo tiene la edad de sus arterias."*

Nuevas orientaciones y rico acopio de datos para el estudio de los fenómenos de la senectud aportó la obra de **Elie Metchnikoff**.

El ilustre biólogo ruso, observando los fenómenos de la atrofia fisiológica y en muchos casos los de la patológica, comprobó el importante papel que desempeñan los fagocitos englobando primero y digiriendo después partículas de los órganos destina-

dos a modificarse o a desaparecer. La causa de esta macrofagia consiste, para **Metchnikoff**, en la falta o diminución de substancias quimiotácticas negativas que normalmente impiden que los macrófagos devoren a las células nobles del organismo. La atrofia senil obedecería a la misma razón, puesto que todas las lesiones de las glándulas, del tejido nervioso, de los huesos, etc., muestran la acción de los fagocitos que, venciendo a los peculiares elementos de cada órgano, los han substituído por tejido conjuntivo o han devorado partes importantes, como el pigmento del pelo, a veces con tan inusitada rapidez que permite considerar como verosímiles las súbitas canicies que nos refiere la historia (1). Mas la diminución de la secreción de substancias defensivas está íntimamente ligada a la diminución de la vitalidad celular, debida, según el eminente zoólogo de *Odesa*, a la acción de substancias tóxicas, endógenas o exógenas, que con selectividad exquisita atacan a los elementos vivientes.

La exactitud del concepto a que nos referimos, pese a los numerosos detractores de la obra de **Metchnikoff**, está apoyada en irrefutables observaciones histológicas; don **Dalmacio García e Izcara**, en su excelente monografía acerca de la Rabia y su profilaxis, tratando del diagnóstico de este padecimiento y refiriéndose al método de **Nelis** y **Van Gehuchten**, que consiste en apreciar las modificaciones que experimenta el ganglio plexiforme del nervio vago bajo la acción de la toxina rábica, nos muestra en la Fig. II de la lámina IV el corte del ganglio plexiforme de un perro normal sacrificado por muy viejo, y puede apreciarse claramente la analogía de la proliferación de los elementos pericelulares y aun el ataque parcial del protoplasma, dando cuadros tan parecidos a los de la intoxicación, que algunos observadores los han confundido; "**Cajal** ha encontrado iguales alteraciones en un hombre decrépito; **Croog**, en un niño de crup; **Speller**, en un canceroso; **Spiller** y **Schelmann**, en un caso de parálisis ascendente; **Strabe**, en otro de tabes mesentérica; **Babes**, en una polineuritis, y **Biff**, en un tísico" (Op. cit., p. 125). Análogos fenómenos cita **Beresdka** (**A. Beresdka**. Histoire d'une ideé. Chap. IV, p. 79) comparando la fina estructura de un riñón senil y de otro atacado de nefritis intersticial, cotejando las atrofias hepáticas del viejo y las pro-

---

(1) La canicie puede deberse también, como opina P. del Río Hortega, a que los cromoblastos, dotados de movilidad, abandonen el bulbo piloso; esta hipótesis explica también las canicies transitorias.

vocadas por el saturnismo o el alcoholismo; las alteraciones del cerebro de un paralítico general y las de los loros provectos; las lesiones de los huesos, propias de los ancianos, y la osteoporosis de los tuberculosos o de los afectados de lepra, e iguales conclusiones se deducen de las investigaciones experimentales de **Boveri** y otros, ocasionadas por la inyección de algunos venenos, tales como la nicotina. Es innegable la acción de los tóxicos en la génesis de la vejez y particularmente del producido por el *Treponema* de la sífilis. ¿Débese, pues, la atrofia senil, *totalmente*, a un padecimiento crónico, a un proceso de envenenamiento? ¿es verdad el *"senectus ipsa est morbus"* de los antiguos? Creemos que no, pues en ciertos tejidos, como el nervioso, es extraordinariamente problemático que los fagocitos devoren a la neurona viva, según se colige de los trabajos de **Marinesco, Sand, Cerletti, Carrier, Voisin**, etc., pudiendo decirse igual cosa de ciertas glándulas, y tampoco es favorable a esta hipótesis el hecho, señalado por varios autores, que en los sitios abundantes en fagocitos no muestren signos de atrofia en avanzada edad.

El descubrimiento de la importante acción ejercida por las glándulas de secreción interna ha orientado a los investigadores por nuevos senderos: los antiguos estudios de **Brown-Sequard**, en 1889, los de **Ansal** y **Bouin**, en 1903, y sobre todo los del eminente **Steinach**, traen nuevas luces a estos asuntos. Nos referimos preferentemente a los del autor últimamente citado, por ser el que mejor abarca la materia de que se trata, y tomaremos como guía su más reciente publicación sintética (1). Partiendo del concepto bien comprobado que el testículo es una glándula doble, de secreción externa, en lo que respecta a la formación del esperma, y de secreción interna, por las células intersticiales de **Leydin**, afirma el célebre profesor vienés que a medida que transcurre la edad, la hormona testicular disminuye, originando la falta de este excitante los fenómenos de la vejez. Ligando los conductos vectores de esa glándula, el epitelio seminífero degenera, y en virtud de la ley de balanceo orgánico la glándula de la pubertad se hipertrofia, recobrando sus actividades por medio de los rayos X, como lo hicieron **Tandler** y **Groos** en 1908, o por otros tratamientos, se pueden obtener análogos resultados, desaparecen entonces los síntomas de la senilidad, ciertos órganos, tales como la prós-

(1) «Verjüngung durch experimentalle Neubelebung der alternden Pubertätsdrüse, 1920».

tata y las vesículas seminales, readquieren su aspecto juvenil, sucediendo otro tanto con la hipófisis y el cuerpo tiroide; el metabolismo se intensifica, la energía vital se acentúa y la sexualidad del individuo readquiere su normal funcionamiento. **Voronof** y **Retterer** en Francia han intentado, llenos de fantasía y sin la elevada mentalidad de **Steinach**, obtener análogos resultados practicando injertos testiculares, haciendo de esta operación formidable reclamo, que en nuestro concepto los aparta de la indispensable probidad que debe caracterizar al espíritu científico.

Nuevos estudios se requieren para saber cuál es el alcance real de los hechos anteriormente enunciados; en la crítica que **Woltman** hace de los trabajos de **G. Hotz** (1), a pesar de tratarse de un caso favorable, opina que la operación de **Steinach** constituye solamente un poderoso medio de sugestión; el mismo biólogo austriaco llama la atención acerca de que la prolongación de la vida de sus ratas machos, durante un año, trajo una especie de agotamiento de los centros nerviosos que les ocasionó la muerte.

La interpretación que se ha dado a los resultados de los trabajos de **Steinach**, considerando el hipofuncionamiento de la glándula de secreción interna del testículo como *único* factor de la vejez, nos parece no justificada aún del todo, con el rigor que la ciencia reclama y demasiado exclusiva, pues el estado fisiológico a que nos referimos resulta de la acción de múltiples factores que apenas comenzamos a vislumbrar. Refiriéndonos a las mismas secreciones internas, no debe desdeñarse la acción de otras glándulas que normalmente intervienen, en combinaciones muy variadas, como la epífisis, las suprarrenales y la hipófisis, tan profundamente afectadas en los notables casos de senilidad precoz (*Gerodermia*), como el estudiado por **Variot** y **Peronneau** con el nombre de "nanismo de tipo senil" (2), a propósito de una niña de 15 años con el aspecto de una anciana, o, mejor, de una bruja de cuento, sin cabellos y con el peso de una criatura de $2\frac{1}{2}$ años, debida, principalmente, según los autores citados, a las alteraciones del aparato suprarrenal, opinión que parece muy admisible a **Haushatter** (3), basándose en que la extrema fatiga y la muerte súbita, observadas en muchos casos precedentes, son favorables a esta hipótesis.

---

(1) Schweiz Arch. Fr. Neurol u Psychiat. p. 344, 1920.
(2) Soc. de Pediatrie de París, 1910.
(3) Rev. Neurolog. 1920 p. 16.

Tornando a la consideración general del problema de la vejez, es preciso reflexionar que los tejidos más bien diferenciados sólo han podido alcanzar un alto grado de perfección, con detrimento que llega hasta la pérdida de la facultad de reproducirse, como se ve en ciertas glándulas, en el tejido muscular y muy particularmente en el nervioso; nada más natural que los elementos insubstituibles sufran alteraciones no reparables con el continuo trabajo y que estas modificaciones anatómicas se traduzcan en manifestaciones hipobióticas en las funciones de estos mismos elementos, originando depósitos de materias pigmentarias y de otros productos de desecho o de imperfecta elaboración que no pueden ser eliminados por la célula y sí hacen cada vez más premiosas y difíciles las condiciones de su metabolismo.

Los estudios de **Alexandre Guillermond** en la epidermis de las flores y especialmente del lirio, precisan alteraciones de un importante elemento del protoplasma, del condrioma, "que pierde su aspecto filamentoso y se reduce a una serie de granos que se hinchan y transforman en vesículas constituídas por una pared densa que encierra un líquido acuoso; más tarde esta pared se reduce a finas granulaciones refringentes y las mitocondrias se desorganizan completamente, coincidiendo estos cambios primero con la aparición de vacuolas y después con la pérdida de la turgescencia y la fragmentación del protoplasma."

La senectud nuclear ha podido estudiarse en la evolución de los eritoblastos, y se ha visto que el armazón cromático se retrae y acaba por fragmentarse y disolverse (cariolisis) total o parcialmente.

La muerte normal de la célula y por ende la de los organismos, no es instantánea, sino que aparece como el último término de una larga serie de procesos, principiando por causar insuperables alteraciones, que conducen poco a poco a la abolición de los fenómenos vitales.

Los procesos de la senectud y de la muerte no son debidos a una sola causa, originanse por un conjunto de factores en que principalmente intervienen los que hemos enumerado. Deben llevarse más a fondo estos estudios de capital importancia, pero por desdicha la sociedad actual concede mucho mayor interés a las palabras sonoras que a la serena investigación de la verdad. Urge analizar atentamente las causas de la vejez y de la muerte para avizorar su relativa importancia y poder encauzar su acción, con

el fin de prolongar útil y racionalmente la vida humana con todas sus potencialidades, y esperar una vejez fisiológica sin las taras que actualmente la acompañan y que, como hemos asentado en otro de nuestros estudios, son esencialmente patológicas y evitables (1). El anciano *ortogeronte*, como previó **Metchnikoff**, ni sufrirá la pérdida de la memoria, ni experimentará debilitamiento intelectual y podrá aplicar su amplia experiencia y su serenidad a la resolución de los más delicados problemas de la vida social, al desempeño de las funciones más difíciles y complexas; la *Justicia* y la *Política*, beneficiadas con sus conocimientos, adquirirán nuevas orientaciones y dejarán de ser, como actualmente son, palabras vanas y sin sentido, pues entonces se asentarán sobre bases nuevas y verdaderas. Las innovaciones esenciales que sólo pueden efectuarse basándose en el amplio conocimiento de la vida, substituirán a las tendencias conservadoras y principiará una nueva era menos utilitarista, más amante del ideal. Toca a la ciencia hacer el milagro, no sólo de curarnos de vanos terrores ancestrales, sino de crear o de despertar el dormido instinto de la muerte, de hacerla naturalmente deseable, de constituir una aspiración de acuerdo con las reales propiedades de las cosas, y así como ha podido modificar el hombre los caracteres de los animales y de las plantas por una sabia intervención, así le será factible modificar su propia naturaleza para hacerla mejor y más armoniosa, menos egoísta, más bella y más apta para satisfacer los dictados de la Etica que no pueden lograrse sin la realización del cabal ciclo de la existencia humana, y de esta manera, el mejor conocimiento de las leyes de la vida hará surgir el dilatado espejismo de un perfeccionamiento infinito.

(1) Evolución e involución del sistema nervioso. Rev. Mex. de Biol. T. 1.

555
RR

INDICE DE AUTORES

Págs.

A

Agassiz. 178
Aldrovando. 201
Altmann, 15, 118. 119
Anaximandro. 200
Ansal. 219
Aquapendente Fabricio de. 202
Arago. 212
Aristóteles, 116. 200

B

Babes. 218
Balbiani, 19. 36
Bartels. 109
Bataillon. 142
Bateson. 194
Beresdka. 218
Bechamp. 118
Bernard Nöel. 186
Bernard Claudio. 8
Biff. 218
Bichat Javier Francisco. 144
Blaringhem. 194
Blumenbach. 117
Bonnier G. 58. 186
Bouin. 219
Boursier. 67
Boveri. 68
Brown-Sequard, 75, 98. 219
Brown Roberto. 10
Bonnet Carlos. 64
Buffon. 118
Buonanni. 201
Bütschli, 36. 42

Págs.

C

Cajal Santiago Ramón y, 19, 120 218
Calkins, 36, 37, 41, 42 215
Cardan 201
Carrier 219
Castellarnau Joaquín María 202
Caullery 217
Cerletti 219
Chung 84
Compte Augusto 7
Cope 158
Croog 218
Culman 131

D

Danysz 155

Darwin Carlos Roberto, 8, 71, 74, 98, 113, 120, 134, 142, 143, 178, 188, 192, 195, 196 198
Davis 194
De Bary, 47 82
De Lamarck Juan Monet 8, 141, 189, 191 196
Delage Yves, 67, 68, 73, 107, 108, 116, 119 124
Delenpatius 117
De Vries Hugo, 9, 114, 122, 131, 142, 143, 194 195
Driesch, 123 124
Duetsch 206

E

Ecker 109
Echegaray 200
Ehrenberg, 45 81
Ehrlich 103
Engelmann 89

F

Fabre 72
Farmer 50
Fernández M. 124
Fernández Galiano 215
Flemming 12
Fock 113
Folín Marqués de 84

Págs.

Forbes Edward. 178
Friedenthal. 160

G

García e Izcara Dalmacio. 218
Gates N. 194
Gemminger Dr. 184
Godlewsky. 68
Goldsmith Marie. 73
Grimaldi Alberto, 84, ... 85
Groos. 219
Grümbaum. 159
Guignard L. 12, ... 114
Guiard. 161
Guillermond Alexandre, 119, ... 221
Guyer M. E. 101. 103

H

Haberlandt. 47
Haeckel Ernesto. 152
Haller. 117
Ham. 117
Haushatter. 220
Henneguy. 39
Heron. 100
Herlitzka. 123
Hertwig Ricardo, 37, 67, ... 68
Hertwig Oscar, 35, 36, 67, 68, ... 81
His. 109
Hoffmann Carlos C. 148
Hoffmeister W. 13. 58
Hooke Roberto. 10
Hotz G. 220
Huxley. 20

I

Ingenieros José. 203

J

Jesup Morris K. 110
Joubin. 84
Joukowsky. 215
Juan Francisco. 117

Págs.

K

Kant Manuel. 118
Kapterew. 183
Kappers Ariens. 134
Kirby. 66
Klebahn. 50
Koch. 103
Koenigsberger. 162
Kowalewsky, 92. 217
Kraft. 89
Kühne, 81, ... 88
Kükenthal. 156

L

Laguna Andrés. 203
Lang. 128
Le Dantec Félix, 59, 64, ... 97
Lespinasse. 77
Leydig. 74
Lichtenstern. 77
Linneo, 141, 142, 167. 92
Löeb Jaques, 67, ... 87
Lucas. 100
Lutz. 194

M

Maheu. 87
Malpighi Marcelo, 10, ... 202
Malthus. 192
Marchal Paul. 124
Marinesco, 215. 219
Massart. 92
Matthew. 177
Maupas Eduardo, 36, 42, ... 215
Mendel Gregorio. 127
Mesnil, 92, 217, 218, ... 222
Molliard. 184
Moreau Monsieur et Madame. 187
Morgan T. H., 73, ... 124
Müller Johannes. 215
Munster. 201

Págs.

N

Näegeli. 121
Nawaschin. 114
Needham, 117, 205, ... 206
Nelis. 218
Newmann. 124
Nordenskjold Otto. 81
Nussbaum. 76

O

Ochoterena Isaac. 75
Orderic de Portenau. 201
Osborn Henry Fairfield, 80, 162, 164, 194, ... 195
Ottis Wilson Edmundo, 31, ... 119
Ovidio. 200

P

Pasteur, 8, ... 210
Patterson. 124
Peronneau. 220
Pézard A. 71
Pfeffer, 29, ... 91
Platón. 116
Portier Paul. 15
Pouchet, 208, ... 210
Pringshein, 47, 48, 50, ... 67
Prowazek. 37
Pujiula. 59

R

Ramírez Eliseo. 75
Ranvier Luis Felipe, 12, ... 25
Redi Francisco. 203
Regaud. 15
Retterer. 220
Ribot. 108
Río Hortega P. del. 218
Rolph. 36
Roubaud. 187
Roux. 122

S

Saint Hilaire Geoffroy,141, ... 156
San Agustín. 116
Sand. 219

Págs.

Santo Tomás de Aquino 116
Saunders Miss. 194
Schelmann. 218
Schleiden Matías Jacobo, 10 12
Schröeder 206
Schultze, 81 206
Schwann. 10
Scott W. B., 146, 156, ... 184
Serres. 152
Smith E. A., 101, ... 103
Spallanzani. 206
Speller. 218
Spencer Herbert 51, ... 101
Spiller. 218
Stahl. 117
Standfuss. 128
Steinach, 75, 77, 219, ... 220
Steinmann. 166
Strabe. 218
Strasburger. 47
Strutt. 162
Swammerdam, 202, ... 203

T

Tandler. 219
Tichomirow. 67
Thoulet. 82
Thulasne. 87
Thuret. 50
Tower. 184
Turró. 93
Tyndall. 210

U

Ulenhuth 159

V

Vallisneri. 203
Vaney. 217
Van Gehuchten. 218
Van Helmont, 117, ... 201
Van Ress. 217
Variot. 220
Verlaine. 101
Verworn Max, 7, 87, 91, ... 94

Págs.

Virgilio. 200
Voisin. 219
Vonorof. 220
Von Baer, 13, ... 117
Von Graaf Regnerus. 117
Von Mohl Hugo. 10

W

Walcott. 162
Waller. 19
Weismann, 73, 118, 121, 134, ... 215
Wiesner. 119
Wilson, 67, ... 124
Williams. 50
Wirchow, 13, ... 109
Wolff. 11
Woltmann. 220
Woodruff. 215

Z

Zeylistra M. 194

INDICE DE MATERIAS

Págs.

A

Animismo. 116
Atavismo. 108
Atavismo teratológico. 109

B

Barotropismo. 94
Biología celular. 7
Biología, definición de la..... 7
Biología, programa. 7
Biología, programa del Curso Sintético de..... 5
Biología, importancia de la..... 7

C

Cápsula de secreción. 18
Caracteres sexuales secundarios..... 71
Caracteres sexuales secundarios, causa de los..... 74
Caracteres sexuales secundarios, objeto de los..... 71
Carioquinesis reproductiva o reducción cromática..... 27
Carioquinesis vegetativa..... 26
Célula, definición de la..... 17
Célula, descubrimiento de la..... 10
Citoblastema, teoría del..... 12
Conjugación de los infusorios..... 35
Creaciones especiales, teoría de las..... 141

D

Darwin Carlos Roberto, biografía de..... 196
De Lamarck Juan Monet, biografía de..... 212

Págs.

Descendencia de los seres vivos 8
División amitósica o directa 25
División carioquinética o indirecta 26
División celular 25

E

Espermatismo 117
Espermatogenesis 27
Evolución de la sexualidad en las plantas 44
Evolución de la sexualidad en los animales 52
Evolución de los seres vivos, explicación de la 189
Explicación Lamarckiana 189
Explicación Darwiniana 192
Explicación de Hugo de Vries 193
Evolucionismo 117
Evolución, pruebas de la teoría de la 142
Evolución, teoría de la 141
Excitantes eléctricos 87
Excitantes luminosos 82
Excitantes, su acción sobre los seres vivos 79
Excitantes térmicos 81
Experimentales pruebas de la teoría de la evolución 183

F

Fecundación 29
Filosofía y Biología, sus relaciones 8
Fototropismo 96
Fugirreacción 93

G

Galvanotropismo 96
Generación alternante 58
Geográfica distribución de los seres vivos 172
Geográfica distribución, pruebas de la teoría de la descendencia derivadas de la 172
Geotropismo 95

Págs.

H

Herencia. 897
Herencia.—Caracteres latentes. 100
Herencia, definición de la. 97
Herencia de los caracteres adquiridos. 101
Herencia de los caracteres fisiológicos. 98
Herencia de los caracteres individuales. 97
Herencia de los caracteres latentes. 108
Herencia de los caracteres patológicos. 98
Herencia de los caracteres psicológicos. 98
Herencia de los caracteres raciales. 97
Herencia de los caracteres teratológicos. 100
Herencia en la multiplicación por división. 107
Herencia en la multiplicación por esporas. 105
Herencia en la multiplicación por yemas. 107
Herencia en la reproducción asexual. 107
Herencia en la reproducción partenogenética. 107
Herencia en la reproducción sexual. 107
Herencia, explicación de la. 116
Híbridos. 112
Homología estructural de los seres vivos. 144

M

Membrana celular, comprobación de la. 17
Membrana celular, funciones de la. 17
Mendel Gregorio, biografía de. 136
Mendelismo 127
Mestizos. 111
Micromerismo. 118
Muerte, causas de la. 8,214

N

Núcleo celular, sus funciones. 19

O

Ontogenia y filogenia, su paralelismo. 152
Organicismo. 130

Págs.

Organos rudimentarios, pruebas de la teoría de la evolución, derivadas de la existencia de 156
Origen de la vida 8,200
Origen y sucesión de los seres vivos 141
Ovismo 117
Ovogenesis 29

P

Paleontológica distribución de los seres vivos 161
Paleontológica distribución, pruebas de la teoría de la evolución derivadas de la 161
Parasitismo 186
Partenogenesis 58
Protoplasma, sus funciones 20

Q

Quimiotactismo 91

R

Reacciones humorales, pruebas de la teoría de la evolución derivadas de las 158

S

Senectud, causas de la, 8, ... 214
Simbiosis 186
Simbiotos, teoría de los 15

T

Telegonia 112
Teoría celular 10
Teoría de la pangenesis intracelular 120
Teoría de las inobionas 119
Teoría de las microzimas 118
Teoría de las moléculas orgánicas 118
Teoría de las partículas representativas, crítica de ellas 123
Teoría de los plasomas 119
Teoría de Weismann 121

Págs.

Teoría granular de Altmann 118
Termotropismo. 96
Theoria generatione. 11
Thigmotropismo. 94
Tropismos y tactismos principales 79

U

Unidad anatómica. 10
Unidad de origen 11
Unidad fisiológica. 13
Uniones consanguíneas. 13
Uniones entre animales o plantas distanciados 111

V

Variabilidad de la especie 142
Variabilidad de la especie, causas de la 143
Polimorfismo sexual. 143
Parasitismo. 143
Domesticidad. 143

X

Xenia. 113

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU

SE ACABO DE IMPRIMIR EN LOS TALLERES GRAFICOS, BAJO LA DIRECCION DEL DEPARTAMENTO EDITORIAL DE LA SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, EN ENERO 25 DE 1923.

Biol.
O.

190070

Author Ochoterena, Isaac

Title Lecciones de biologia.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU